CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN
ÜBER
DIE HYGIENISCHE UND LANDWIRTHSCHAFTLICHE BEDEUTUNG DER BRESLAUER RIESELFELDER.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

WELCHE

NEBST BEIGEFÜGTEN THESEN

MIT GENEHMIGUNG DER PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BRESLAU

AM

30. DECEMBER 1884, VORMITTAGS 12 UHR

IM KLEINEN MUSIKSAALE

ÖFFENTLICH VERTHEIDIGEN WIRD

REINHARD KLOPSCH

AUS GREIFENBERG I. P.

OPPONENTEN:

OTTO MÜLLER, CAND. PHIL.

FRITZ STAATS, CAND. PHIL.

BERLIN 1884

DRUCK VON GEBR. UNGER (TH. GRIMM)

SCHÖNEBERGER STRASSE 17 A.

Chemische Untersuchungen über die hygienische und landwirthschaftliche Bedeutung der Breslauer Rieselfelder[1]).

Die Ansprüche der Bewohner grosser Städte auf Reinhaltung ihrer Häuser und Wohnungen sind in den letzten Jahren erfreulicher Weise bedeutend gestiegen. Es ist dieser Umstand zum grossen Theil dem Aufschwung der Hygiene zu verdanken, welche auf die kläglichen Verhältnisse der Städtereinigung hinwies.

In der That waren die Einrichtungen zur Beseitigung der Fäkalien und sonstigen Abfälle aus den städtischen Grundstücken höchst unvollkommen. Die Fäces wurden in Gruben gesammelt, bis diese gefüllt waren. Es ist klar, dass diese Gruben einen schädlichen Einfluss auf ihre Umgebung ausüben mussten; die Fäkalien sind der Verwesung ausgesetzt und die entweichenden Fäulnissgase verpesten die Luft; die flüssigen Bestandtheile sickern in den Boden ein und müssen durch Verschlechterung des Grund- und Brunnenwassers Krankheiten hervorrufen.

Die Abstellung dieser Uebel war dringend nothwendig, um so mehr, als bei dem bedeutenden Wachsthum der grossen Städte die Lösung der Aufgabe mit jedem Jahre schwieriger zu werden drohte. Diese Aufgabe bestand in der möglichst schnellen und vollkommenen Beseitigung der Fäkalmassen; zu ihrer Lösung sind viele Vorschläge gemacht worden, aber nur wenige haben für Städte mit bedeutender Einwohnerzahl einen Werth.

Bei der Wahl der Städtereinigungssysteme sind zunächst vorzugsweise hygienische Rücksichten massgebend gewesen; vom Standpunkt der Städte aus kam es vor Allem darauf an, möglichste Sauberkeit der Hof- und Wohnräume zu erzielen und eine Verschlechterung des städtischen Untergrundes und Grundwassers fortan zu vermeiden.

Häufig ist indess von landwirthschaftlicher Seite geäussert worden, dass es nicht genüge, von einem Städtereinigungssystem nur die möglichst schnelle Beseitigung des Unraths zu verlangen; eine Stadt habe im Interesse des Nationalwohles die Pflicht, die landwirthschaftliche Verwerthung desselben möglich zu machen und auf diesen Gesichtspunkt vor allen Dingen bei der Wahl zwischen verschiedenen Systemen zu achten. Darauf aber ist zu erwidern, dass eine Gemeinde nie besser für das allgemeine Wohl Sorge tragen kann als dadurch, dass

1) Die dieser Arbeit zu Grunde liegenden Untersuchungen wurden in der agrikulturchemischen Versuchsstation des landwirthschaftlichen Centralvereins für Schlesien unter der Leitung des Herrn Prof. Dr. Holdefleiss ausgeführt.

sie ihr Hauptaugenmerk auf den Gesundheitszustand ihrer Bürger richtet, und sie handelt ganz besonders auch im nationalen Interesse durch Annahme desjenigen Verfahrens, von welchem sich in Anbetracht der geographischen und klimatischen Verhältnisse der Stadt, der Zahl, der Dichtigkeit und der ökonomischen wie der sozialen Lage ihrer Einwohner in hygienischer Beziehung die meisten Erfolge erwarten lassen, ohne Rücksicht auf die Verwerthung ihrer Abfälle.

Im Uebrigen ist nicht zu vergessen, dass jedes Pfund Stickstoff, Phosphorsäure und Kali in den städtischen Fäkalien den Lieferanten in Gestalt von Mehl, Fleisch und anderen Produkten der Landwirthschaft bereits bezahlt worden ist, und dass jene Düngermengen eigenstes Eigenthum der betreffenden Stadtgemeinde sind, über welches sie ganz nach Belieben zu verfügen das volle Recht hat.

Zuzugeben ist ja, dass es im Interesse des Nationalwohlstandes höchst wünschenswerth wäre, ein Verfahren anzunehmen, durch welches der Werth der städtischen Fäkalien vollständig ausgenützt würde; bisher aber ist dieses nicht möglich gewesen ohne Nachtheil für Vermögen und Gesundheit der betreffenden Stadt.

Der Streit, ob sanitäre oder ökonomische Rücksichten für die Auswahl eines Städtereinigungsverfahrens massgebend sein sollten, hat in den letzten Jahren eine grosse Rolle gespielt, als sich die meisten grösseren Städte Deutschlands zu Reformen auf diesem Gebiete veranlasst sahen. Es handelte sich in demselben um die Frage, ob Abfuhr oder Kanalisation zu wählen sei.

Viele unserer grösseren Städte wandten das radikale Mittel an, ihre Strassen mit Kanälen zu versehen und den Inhalt derselben in nahestehende Gewässer zu leiten. Klagen der Nachbarn über Verunreinigung derselben und Verfügungen höherer Behörden zwangen sie, nach anderen Verfahren der Desinfektion ihrer Abfälle zu suchen.

Für kleinere Städte, auch für grössere Etablissements, Kasernen und Gefängnisse, hat sich eine Art des Abfuhrsystems, das Tonnensystem recht gut bewährt. Die Fäkalien werden insgesammt, oder in flüssige und feste gesondert, durch Röhren aus den Aborten direkt in fahrbare Tonnen geleitet und zu Produkten verarbeitet, oder von den Landwirthen zur Düngung der Felder abgeholt. Für grössere Städte dagegen ist dieses System nicht verwendbar, für diese käme unter den Abfuhrsystemen das Liernursche einzig in Betracht.

In den letzten Jahren hat dasselbe so wesentliche Veränderungen erfahren, dass es in seiner neuen vervollkommneten Form eigentlich kein Abfuhrsystem mehr ist[1]). Während heute die Fäkalien in die ausserhalb der Stadt befindliche Poudrettefabrik durch unterirdische Kanalröhren geleitet werden, wurden sie im Anfang durch eine fahrbare Luftsaugepumpe von der Strasse aus in mobile Abfuhrtonnen entleert[2]).

Da es indess mit dem Abfuhrsystem die wesentliche Eigenschaft gemein hat, die menschlichen Fäces von allen übrigen Abfällen gesondert zu verwerthen, so wird es wohl mit einer gewissen Berechtigung diesen zugezählt.

---

1) Verhandlungen des internationalen Vereins gegen Verunreinigung der Flüsse, des Bodens und der Luft. 1878. S. 135. (Beschreibung des Liernur'schen Differenzirsystems von Ingenieur Schmidt.)

2) Zur Frage über die Verwerthung menschlicher Abfälle in den Städten. Landwirthschaftliches Centralblatt. 1869. S. 123.

Die Hauptmängel aller Abfuhrsysteme aber sind:

1. Die unvermeidliche Nothwendigkeit einer Kanalanlage neben der Abfuhr zur Entfernung der Wasch- und Schmutzwässer aus unseren Wohnungen und zur Ableitung der Regen- und Fabrikwässer. Eine Fortschaffung derselben durch Abfuhr ist wegen der geringen Transportfähigkeit der voluminösen und schweren Masse und ihrer völligen Werthlosigkeit ganz unmöglich.
2. Die Schwierigkeit, bei dem Mangel an Reinlichkeitsliebe eines grossen Theiles der städtischen Bevölkerung, die Aborte in einer den Anforderungen der Hygiene entsprechenden Sauberkeit zu erhalten.

Beiden Thatsachen ist die eine Ursache gemein, dass das Abfuhrsystem sogleich unrentabel wird, sobald die städtischen Dejektionen über einen gewissen Grad hinaus verdünnt werden. Es ist natürlich, dass mit dem Steigen des Verdünnungsgrades ihr Dungwerth im Verhältniss zur Gesammtmasse abnimmt. Aus diesem Grunde ist das Ausgiessen jeglichen Spül- und Waschwassers in die Abfuhrreservoire im Interesse der Rentabilität des Systems unstatthaft. Um diese nicht einzubüssen, ist nebenher die Anlage eines Kanalsystems unbedingt nothwendig. Dieser die Kosten des Abfuhrsystems ganz bedeutend erhöhende Umstand hat eine Anzahl grösserer Städte Deutschlands zur Annahme der Schwemmkanalisation in Verbindung mit Rieselwirthschaft veranlasst.

In Röhren werden sämmtliche Abfälle, die Exkremente mit allem Schmutz-, Fabrik- und Regenwasser — nur der Kehricht wird auf andere Weise entfernt — in unterirdische Kanäle geleitet und in diesen den Rieselfeldern zugeführt. Um Verstopfungen durch Anhäufung fester Kanalmassen, sowie Stagnation der flüssigen zu vermeiden, muss auf Unterhaltung einer starken Strömung in den Kanälen Bedacht genommen werden. Hierin liegt einer der Hauptvorzüge der Schwemmkanalisation, ganz besonders für Bezirke grösserer Städte mit sehr dichter, in Miethskasernen wohnender Bevölkerung, nämlich die Nothwendigkeit der Anlage einer Wasserleitung. Dieselbe kann unter Umständen zum dringendsten Bedürfniss werden, wenn bei stets grösser werdender Dichtigkeit der Bevölkerung die vorhandenen Brunnen das Trink- und Waschwasser nicht mehr liefern oder wegen ihrer schlechten Beschaffenheit geschlossen werden mussten. Durch die Wasserleitung wiederum ist es ermöglicht, den Aborten eine Einrichtung zu geben, welche den Anforderungen der Hygiene vollständig entspricht, und deren Werth durch die Entdeckung des Cholerabacillus und seiner Uebertragung durch die Exkremente noch erhöht worden sein dürfte, nämlich die Anlage von Waterklosets.

Es ist allgemein anerkannt, dass bei richtigem Betriebe das Schwemmsystem, zumal in Verbindung mit Wasserleitung, die Fäkalien aus der Stadt mit einer Schnelligkeit befördert, die jeden nachtheiligen Einfluss auf den Gesundheitszustand der Einwohner unmöglich macht.

Damit jedoch wäre nur die erste der drei Forderungen, die an ein Städtereinigungssystem zu stellen sind, erfüllt; es handelt sich nämlich um folgende drei Punkte[1]):

1) F. Holdefleiss, Landwirthschaftliche Reiseskizzen aus England und Schottland. S. 34.

1. Möglichst schnelle Fortschaffung der Abfallstoffe aus der Stadt,
2. völlige Desinfektion derselben,
3. landwirthschaftliche Ausnutzung ihres Dungwerthes.

Die grosse Bedeutung der Städtereinigungsfrage, die gewaltigen Ausgaben, die alle Systeme erforderten, haben einen heissen Kampf verursacht. Im Anfange wurde von gegnerischer Seite behauptet, dass das Rieselschwemmsystem keine der drei Anforderungen erfülle. In der letzten Zeit wurde zugegeben, dass es der ersten im Allgemeinen bei guter technischer Anlage genüge, was jedoch den zweiten und dritten Punkt anbetrifft, so bilden dieselben bis heute eine offene Frage, zu deren Lösung die vorliegende Arbeit einen Beitrag liefern soll.

Litteratur-Uebersicht.

Die grosse Reformbewegung auf dem Gebiete der Städtereinigung, die bei uns vor etwa zwei Dezennien begann, hat ihren Ursprung in England gehabt und ist der Wahrnehmung entsprungen, dass die Sterblichkeit in den Städten die des flachen Landes bedeutend überstieg[1]). Eine grosse Zahl englischer Städte führte Kanalisation ein und leitete ihre Abfälle in nahegelegene Flussläufe.

> „Von Cricklade, das dem Ursprung der Themse sehr nahe liegt, bis zu den Kloakenergüssen im Umkreise Londons, wird auf dem ganzen Laufe des Flusses sein Wasser ganz allgemein durch die Kloaken von grösseren und kleineren Städten, Dörfern und einzelnen Häusern verunreinigt[2])".

So lautet der Bericht der „River-Pollution-Commissioneers," nachdem kurz vorher erwähnt worden ist, dass die Zahl der oberhalb der Pumpwerke für die Wasserleitung bei Hampton (London) an der Themse und ihren Nebenflüssen liegenden Ortschaften 1001 beträgt mit 888 088 Köpfen.

Aehnliche Zustände waren nach den Berichten der oben genannten Kommission an allen Flussläufen zu finden. Dass dieselben für den Gesundheitszustand abwärts gelegener Städte von den schlimmsten Folgen begleitet waren, ist ganz natürlich, so wird in demselben Berichte erwähnt[3]), dass im Jahre 1866 die Cholera in denjenigen Theilen Londons epidemisch verbreitet gewesen sei, die ihr Wasser aus einer Leitung empfingen, welche aus dem kleinen und schmutzigen Flusse Lea gespeisst wurde.

Zur Abstellung dieser Uebelstände wurden zahlreiche Versuche angestellt, welche über den Werth der chemischen Desinfektion, der Filtration und Berieselung Aufschluss geben sollten. Da die meisten englischen Städte bereits mit Kanalisation versehen waren, ausserdem das Waterkloset, wegen der ganz besonderen Vorliebe der Engländer für dasselbe, allgemein im Gebrauch war, die Exkremente also ganz gewöhnlich in die Kanäle eingeleitet wurden, kamen Abfuhrsysteme wenig in Betracht.

Indessen ist, weil es auch auf dem Kontinent in Anwendung kam, das sogenannte „Moulé'sche trockene Erdsystem" zu erwähnen[4]), bei welch' Letzterem

1) Zur Kanalisation und Abfuhr. Virchow. Landwirthschaftliches Centralblatt 1869. S. 258.
2) a. a. O. S. 273.
3) a. a. O. S. 276.
4) W. Lehfeldt, Gegenwärtiger Stand der Abfuhr- und Kanalisationsfrage in Grossbritannien. Landwirthschaftliche Jahrbücher I., S. 480.

in geeigneten Klosets die Exkremente mit Erde oder Asche gemischt, durch die desinfizirende Eigenschaft der Letzteren unschädlich gemacht und in diesem Zustande durch Abfuhr entfernt werden.

Unter den chemischen Reinigungsprozessen erregte seiner Zeit besonderes Aufsehen der sogenannte A-B-C-Prozess[1]), welcher die Spüljauche durch Anwendung von Alaun, Blut und Kohle theils durch chemischen Umsatz, theils durch Fällung der suspendirten Bestandtheile reinigen sollte.

Als zweites derartiges Verfahren ist der Phosphate-Sewage-Prozess der Herren Forbes und Price[2]) zu nennen, welcher durch Fällung phosphorsaurer Thonerde eine Entfernung der fäulnissfähigen Bestandtheile bezweckte.

Alle diese Prozesse waren mit Düngerproduktion verbunden, die jedoch nicht genügende Erträge abgeworfen zu haben scheint, denn ihre Anwendung war stets von kurzer Dauer.

Nicht besser erging es den Filtrationsversuchen[3]). Obwohl die Erfinder dieses Verfahrens auf die oxydirende Wirkung ihrer Filter ganz besonders hinwiesen, sind alle zahlreichen Versuche in Ux-Bridge, Ealing, Coventry, Chelmsford und anderen Orten fruchtlos geblieben und aufgegeben worden. Die geringen Erfolge, welche allgemein mit den Verfahren der Filtration und chemischen Reinigung erzielt wurden, veranlassten die River-Pollution-Commissioneers zu dem Ausspruch[4]) „Desinfektionsmittel, auf sewage angewandt, desinfiziren nicht, und Filterbetten filtriren nicht. Beiderlei Versuche sind kostspielige Fehlgriffe gewesen."

Weit günstiger lautet das Gutachten des genannten Comité's über die Wirksamkeit der Filtration durch den Boden. Die Gesundheit der Anwohner mit sewage irrigirter Felder sei in keinem Falle ungünstig beeinflusst worden. Auch die Erträge an Feldfrüchten auf den berieselten Flächen seien gute, und im Allgemeinen eigne sich jede Bodenart bei günstigen Terrainverhältnissen dazu. Den grössten Vortheil jedoch gewähre dieses System den Städten selber. Es ermögliche völlige Sauberkeit in den Aborten, verhüte Verpestung der Atmosphäre in den Wohnräumen, erübrige alle Scheerereien und Störungen, wie sie durch das Abfuhrsystem verursacht würden, und genüge allen Anforderungen in hygienischer und ästhetischer Beziehung.

Ein derartig günstiges Urtheil trug nicht wenig zur Empfehlung des Systems bei, und da jenes nicht vereinzelt blieb, sondern die Nachrichten über das englische Rieselwesen stets günstig lauteten, so wurde auch in Deutschland das Verlangen, die höchst misslichen sanitären Uebelstände, wie sie hierorts in den grossen Städten herrschten, durch Einführung des Rieselschwemmsystems so bald wie möglich abzustellen, ganz allgemein, und die Bewegung, von welcher dieses Verlangen getragen wurde, nahm fast einen stürmischen Charakter an.

Bei uns äusserten sich die Folgen mangelhafter Städtereinigung in etwas anderer Weise als in England. Es ist dieser Umstand auf die Verschiedenheit der geographischen Verhältnisse und der Lage der Industrie und des Handels zurückzuführen.

Die englischen Flüsse haben als Verkehrsmittel eine ganz andere Bedeutung als diejenigen Deutschlands, und so ist dort die Zahl der industriellen Anlagen

1) a. a. O. S. 477 ff.
2) Landwirthschaftliches Centralblatt. 1871. S. 330.
3) Landwirthschaftliche Jahrbücher I., S. 520.
4) Landwirthschaftliches Centralblatt 1869, S. 274.

und der Städte an den Flüssen eine ungleich grössere als bei uns, die Verunreinigung der Wasserläufe demzufolge eine weit stärkere. Daher ist es in England der Zustand dieser gewesen, der die allgemeine Bewegung gegen die mangelhafte Reinigung der sewage verursachte. Bei uns in Deutschland war es dagegen mehr die Verpestung des Untergrundes der Städte und die allgemein beobachtete Verschlechterung der Brunnenwässer, während der Zustand der Flusswässer nur soweit in Betracht kam, als man eine Einwirkung derselben auf Höhe und Beschaffenheit des Grundwassers in den Städten selbst beobachtet hatte.

Die ersten Ermittelungen zur Aufklärung dieser Verhältnisse wurden in Berlin angestellt[1]). Im Auftrage des berliner Polizeipräsidiums hat Dr. Ziurek eine Reihe von Untersuchungen berliner Brunnenwässer angestellt zur Entscheidung der Frage, ob eine Verschlechterung derselben stattfinde. Das Resultat der Untersuchungen war, dass „die ursprünglich in Berlin vorhanden gewesenen Untergrundsverhältnisse im Allgemeinen dem Vorhandensein guter Brunnenwässer höchst günstige gewesen seien, ... dass dies ursprüngliche günstige Verhältniss aber in progressiv fortschreitendem Masse durch Infiltration mit den Zersetzungsprodukten animalischer Stoffe und der geschehenen Anhäufung von Abfallstoffen verschlechtert, und hierin auch eine der wesentlichen Ursachen der Verderbniss der Brunnenwässer zu suchen sei."

Durch diese und zahlreiche andere Untersuchungen[2]) war die Nothwendigkeit erwiesen, Mittel zur Besserung der städtischen Untergrunds- und Trinkwasserverhältnisse zu ergreifen. Auch in Deutschland wurde versucht, die städtische Spüljauche chemisch zu reinigen. Die Methode von Süvern[3]) sollte eine Fällung und Desinfektion der fäulnissfähigen Substanzen durch Kalk, Chlormagnesium und Steinkohlentheer erreichen.

Da indess eine genügende Wirkung bezweifelt wurde, und die in Berlin und Proskau angestellten Düngungsversuche mit dem gewonnenen Schlamm ungünstig ausfielen,[4]) wurde das Verfahren verlassen. Ebenso erfolglos blieben die Lenck'schen Versuche, die Spüljauche durch schwefelsaure Thonerde und gelegentlichen Zusatz von Soda, Zink und Eisenchlorid zu reinigen.[5])

Leider scheinen keine Versuche im Grossen angestellt worden zu sein mit einem anderen vielversprechenden Verfahren, welches die Fäces durch Rauch desinfiziren will und zugleich die hohe Temperatur der mit ihm entweichenden Dämpfe zur Vertreibung des Wassers und zur Poudrettebereitung benützt.[6])

Da die bestehenden Verhältnisse meist keinen Aufschub gestatteten, blieb nichts weiter übrig, als zwischen den beiden vorhandenen vielfach eingeführten und erprobten Städtereinigungssystemen zu wählen, der Abfuhr und der Schwemmkanalisation mit Berieselung. Das dritte, gewissermassen die Mitte zwischen

---

1) Vortrag des Dr. Ziurek über Bodenverhältnisse, Wasserläufe und Brunnenwässer Berlins. Landwirthschaftliches Centralblatt. 1869. S. 285.

2) Siehe auch: Landwirthschaftliches Centralblatt 1868, II., S. 168. Ueber die Untersuchung Leipziger Brunnenwässer.

3) Landwirthschaftliches Centralblatt 1869, S. 266.

4) Landwirthschaftl. Centralblatt 1870, S. 147. Ebendas. 1871, S. 331.

5) Frhr. v. Sommaruga, Die Städtereinigungssysteme. Halle 1873.

6) Frhr. v. Podewils, Die Konserviruug und Poudrettirung der Abfallstoffe durch Rauch. München, 1879.

beiden einnehmende Verfahren des Ingenieur-Kapitain Liernur war damals noch nicht genügend erprobt, um ebenbürtige Beachtung finden zu können.

In Graz bestand schon seit dem Jahre 1859 das Tonnenabfuhrsystem[1]). Es ist daselbst in allen Häusern eingeführt und soll sich derartig bewährt haben, dass die baierische Regierung sich veranlasst sah, dasselbe in allen ärarialischen Gebäuden nach und nach zur Einführung zu bringen. Der grosse Vortheil des Tonnenabfuhrsystems beruht auf der Möglichkeit, die Fäkalmassen landwirthschaftlich fast vollständig zu verwerthen und sie zur rechten Zeit, d. h. ehe eine gesundheitsschädliche Zersetzung derselben eingetreten ist, aus der Stadt zu entfernen. Beide Vortheile sind aber faktisch nur dann zu erreichen, wenn gewisse Einrichtungen getroffen sind, durch welche den Landwirthen der Massentransport dieser Auswurfstoffe nach den Feldern erleichtert wird. Ohne dieselben findet eine Mitwirkung der Landwirthe nur in geringem Masse statt; denn das Abholen der Tonnen aus den Grundstücken hat viele Unzuträglichkeiten zur Folge, die dem Landwirth den Dünger theurer machen, als er werth ist[2]). Diese Einrichtungen bestehen in der Anlage von Düngerreservoiren ausserhalb der Stadt; dieselben haben in der That zur Folge gehabt, dass von Seiten der Landwirthe der Stadtdünger sehr begehrt wurde. Die Umgegend von Karlsruhe, früher ein steriler Sandboden, soll so in hochertragsfähige Felder umgewandelt worden sein, und die erzielten Erfolge haben in den Jahren 1850 bis 1864 eine Steigerung des Werthes der Fäkalmassen aus den dortigen Kasernen um das 45fache zur Folge gehabt[3]) Jedoch die anfängliche Erwartung, dass aus dem Verkauf des Düngers pekuniäre Vortheile zu erzielen seien, hat sich nicht bestätigt, nicht einmal in mittelgrossen Städten wie Kassel wurden die Kosten des Verfahrens gedeckt, im Gegentheil stellte sich daselbst ein bedeutender Zuschuss seitens der Bürger als nothwendig heraus[4].)

Dasselbe war in Stuttgart der Fall. Es ist daselbst ein jährliches Defizit von 162 000 ℳ zu decken[5]) Die Stadt hat sich, um eine regelmässige Betheiligung der Landwirthe zu erreichen, genöthigt gesehen, ihnen die Fäkalien ohne Entgelt zu überlassen und nur die Bestreitung der Transportkosten aufzuerlegen. Wenn also der dem Tonnenabfuhrsystem nachgerühmte Vorzug der Einfachheit und Billigkeit durch die Vorbedingung mehr oder weniger kostspieliger Einrichtungen geschmälert wird, so besitzt es vollends andere grosse Nachtheile, welche dasselbe für gewisse Verhältnisse gänzlich unbrauchbar machen.

Da die Fäkalmassen nur durch eigene Schwere aus den höher gelegenen Aborten in die Tonnen gelangen, so ist ein Hängenbleiben derselben an den Wänden des Klosettrichters und der angefügten Rohrleitung kaum zu vermeiden. Der Mangel eines Beförderungsmittels wie Luftzug und Wasser, verbietet Verschlüsse anzubringen, wie sie das Liernur'sche und das Waterkloset aufweisen, und so ist denn ein Eindringen der durch Verwesung zurückgebliebener Fäces entstehenden ekelhaften und gesundheitsschädlichen Gase in die Wohnungen nicht

1) Jul. Lehmann, Ueber die Bedeutung der menschlichen Exkremente. Landwirthschaftl. Centralblatt 1870, S. 400.

2) a. a. O. S. 405.

3) Lehmann, a. a. O.

4) Virchow, Zur Kanalisation und Abfuhr. Landw. Centralblatt 1869, S. 262.

5) Verhandlungen des internationalen Vereins gegen Verunreinigung der Flüsse, des Bodens und der Luft. Berlin und Leipzig. H. Voigt. 1878.

zu vermeiden. Ausserdem findet der Satz, dass der Grossbetrieb billiger produziren kann als Einzelarbeit, auf das Tonnenabfuhrsystem keine Anwendung, denn die Unterhaltungskosten steigen in einem grösseren Verhältniss als die Anzahl der angeschlossenen Aborte.

Ein weiterer Uebelstand macht sich ganz besonders in grossen Städten lästig. Rinnsteine genügen nicht, die Schmutz- und Regenwässer aufzunehmen; sie entwickeln beim Austrocknen übelriechende Gase und bilden ein nicht geringes Verkehrshinderniss, da sie zur Vermeidung von Verstopfungen durch Strassenabfälle eine gewisse Ausdehnung beanspruchen [1]). Im Winter benöthigen sie Lockerung und Entfernung des in den Rinnsteinen oft in grossen Massen gebildeten Eises, das seiner meist unreinen Beschaffenheit wegen herausgeschafft werden muss.

Alle diese Uebelstände erreichen in grossen Städten eine derartige Höhe, dass ihre Beseitigung zur Unmöglichkeit und die Anlage von Kanälen unvermeidlich wird. Damit aber verliert dieses System den Vorzug der Billigkeit vor anderen Verfahren, welche Reinhaltung der Wohnungen und Höfe und Sauberkeit der Strassen ermöglichen.

Diese mannigfachen Nachtheile hatten zur Folge, dass sich das allgemeine Interesse dem zweiten der beiden damals bekannten Städtereinigungssysteme zuwandte, nämlich der Schwemmkanalisation, verbunden mit der Rieselwirthschaft. Die ersten Nachrichten darüber gelangten zu uns aus England. Das Resumé des bereits oben erwähnten Berichts der River Pollution Commission lautet:

> „dass jede andere Art der Beseitigung des Inhaltes der Kloakenkanäle als durch Irrigation (by application to land) aus einem oder dem anderen Grunde verwerflich ist [2])".

Der Bericht hebt hervor, dass niemals Fälle von Krankheiten als Folge der Irrigation beobachtet worden seien. Beschwerden darüber seien durch fehlerhafte Anlage oder Missbrauch verursacht worden. Der Boden verliere nie seine reinigende Kraft. „Ein Theil der Craigentinny-Wiesen ist seit 200 Jahren irrigirt . . .[3]). Die Menge der Flüssigkeit macht dabei keine Schwierigkeiten . . . Die Prozedur kann Tag und Nacht, bei nassem und trockenem Wetter, im Winter und Sommer vor sich gehen."

Zugleich theilt die Kommission die Erfahrungen einiger bewährter Rieselwirthe mit [4]). Mr. Marriage warnt vor allzustarker Irrigation; allzu grosse Mengen auf das Land gebracht würden nicht vollständig ausgenutzt. Im Uebrigen müsse man sich nach der Art und Lage des betreffenden Bodens richten. Als umfangreichste Experimente mit sewage-irrigation werden die Barking- und Aldershot-Camp-Farm genannt. Die Barkinger Wiesen waren vor der Berieselung gute Grasländereien, wärend der Boden der Farm beim Aldershot-Lager von ganz sterilem Sande (angeblich aus 95 pCt. Kieselsäure, 3 pCt. Eisenoxyd, 2 pCt. Resten von Haidekraut bestehend) gebildet wurde.

„Diese Wildniss ist jetzt eine reiche blühende Farm; sie ist es in drei Jahren allein durch sewage-irrigation und wissenschaftliche, sorgsame Landwirthschaft geworden." Mr. Blackburne, der diese beiden Farmen anlegte, produzirt Grünfutter, im Vorjahre des Berichts hat er sechs Schnitte Raygras erzielt.

---

1) Sommaruga, a. a. O. S. 24.
2) Landwirthschaftliches Centralblatt 1869, S. 273.
3) a. a. O. S. 275.
4) a. a. O. S. 281.

Obwohl dieser Bericht der englischen Kommission so günstig lautet, warnt Virchow in seinem denselben kritisirenden und ergänzenden Vortrage: „Zur Kanalisation und Abfuhr“ [1]) vor allzu einseitiger Entscheidung in der Städtereinigungsfrage zu Gunsten des Rieselsystems. Er tadelt die Gewohnheit, dieses Verfahren als für alle Städte passend hinzustellen, man müsse vielmehr gewisse Kategorien nach Lage und den Verhältnissen derselben annehmen; Virchow bedauert, dass das Tonnensystem so wenig Beachtung finde. Die Behauptung der Gegner desselben, dass es sich im Grossen nicht anwenden lasse, sei noch nicht durch Versuche bewiesen, vielmehr zeige das Beispiel der Stadt Graz mit 80 000 Einwohnern, dass es nicht ausschliesslich in kleinen Städten verwendbar sei. Sehr vermisst er ferner den Mangel an Versuchen mit dem neuen Liernur'schen System [2]), von dem er sich viel verspricht. Schliesslich ist Virchow trotz alledem der Ansicht, dass speziell Berlin sich dem Schwemmkanalsystem in Verbindung mit Rieselwirthschaft werde zuwenden müssen; doch was für Berlin passe, gereiche vielleicht anderen Städten zum Schaden. Im Uebrigen müsse die ganze Angelegenheit durch geeignete Versuche vorbereitet werden, um sichere Schlüsse in derselben ziehen zu können.

Wie schon oben erwähnt, entspann sich in der Frage Rieselwirthschaft oder Abfuhrsystem [3]) ein heftiger Streit, der im Frühjahr 1873 von den städtischen Behörden Berlins zu Gunsten der ersteren entschieden wurde durch den Beschluss, das dritte Radialsystem des vom Baurath Hobrecht ausgearbeiteten Projekts durchzuführen. Zu diesem Beschluss hatte neben dem oben genannten Bericht Virchow's nicht unwesentlich die Ansicht des Professor Dünkelberg beigetragen [4]). Derselbe hält die Schwemmkanalisation mit Berieselung für eine vollständige Lösung der brennenden Frage und hebt hervor, dass auf den englischen Rieselfeldern ausserordentliche Erträge erzielt worden seien; ja er kommt zu dem auffallenden Resultat, dass in der sewage „alle düngenden Substanzen, die nur irgendwie verflüssigt werden können, vollständig für die Landwirthschaft durch Ueberrieselung gewonnen werden können.“

Die Behauptungen Dünkelberg's finden einen heftigen Widersacher in Alex. Müller. Derselbe bestreitet die Richtigkeit der Dünkelberg'schen Angaben und führt dieselben auf mangelhafte Information und ungenügendes Verständniss zurück [5]).

Müller sucht in seinen Schriften die Vorurtheile zu Gunsten der Rieselwirthschaft zu bekämpfen. Immerhin aber gesteht er zu, dass die sanitären Bedenken gegen dieselbe bei richtiger Anlage und sorgsamer Unterhaltung grundlos sind.

In ähnlicher Weise spricht sich der damalige Leiter der Danziger Rieselfelder, Ingenieur Schweder, aus [6]). Derselbe erachtet als erstes Erforderniss für die Zweckmässigkeit der Berieselung die Anlage einer Drainage. Selbst auf den

---

1) Virchow, Zur Kanalisation und Abfuhr. Landw. Centralblatt 1867, S. 257 ff.

2) a. a. O. S. 270.

3) Zur Städtereinigungsfrage. Die Schwemmkanalisation vor den Berliner Stadtverordneten am 14. Oktober 1880.

4) Landwirthschaftliches Centralblatt 1870, S. 10 ff.

5) Alex. Müller, Die Kanalisirung der Städte und deren Spüljauche. 1875. 2. Abhandlgn. Beiträge zur Städtereinigungsfrage von demselben. Landw. Centralblatt 1876. 4 Theile.

6) V. Schweder, Ueber die Ausführung von Rieselanlagen für Spüljauche. Landwirthsch. Centralblatt 1875, S. 529.

sandigen Feldern der Danziger Anlage — es ist Dünensand verwandt worden — hat das Fehlen der Drainage unangenehme Folgen gehabt, indem das Wasser auf der berieselten Fläche verschwand, aber an anderen Stellen wieder zum Vorschein kam und Versumpfung verursachte.

Den günstigen Nachrichten, die seither aus England nach dem Kontinent gelangt waren, widersprechen vielfach die Berichte des Ingenieurs Lehfeldt[1]). In denselben sind die Anlagen von elf englischen Rieselfarmen beschrieben. Es wird konstatirt, dass auch in England in der Städtereinigungsfrage noch ebensoviel Unklarheit herrsche, wie auf den Kontinent. Zugleich aber ersehen wir aus den Berichten, dass die Anlagen sowohl der Kanäle als der Rieselfelder selbst an manchen Stellen viel zu wünschen übrig lassen, und die schlechten Erfolge zum grossen Theil auf diesen Umstand zurückzuführen sind.

Einen werthvollen Beitrag zur Spüljauchen-Rieselkunde lieferte V. Schweder in seinem Bericht über eine zum Studium der Anlagen in England und bei Paris unternommene Reise[2]). Seine Erfahrungen sind in einem dem Bericht angefügten Gutachten erörtert und mögen als Ergänzung des über die Danziger Rieselfelder bereits Mitgetheilten in Folgendem kurze Erwähnung finden:

Die Fähigkeit der Böden, Spüljauche aufzunehmen, wechselt nach ihren physikalischen Eigenschaften. Leichter Sand verschlingt bedeutende Quantitäten, während schwere Böden sehr bald völlig undurchlässig werden.

Durch übermässig starkes, andauerndes Berieseln verlieren alle Böden ihre Fähigkeit, die Spüljauche unschädlich zu machen. Die Sinkstoffe der letzteren überziehen in diesem Falle die Ackerkrume mit einer undurchlässigen Schlickschicht. Durch dieselbe wird sowohl die filtrirende als auch die oxydirende Wirkung des Bodens aufgehoben. Beide Uebelstände werden nur durch Unterbrechung des Rieselns beseitigt; beim Austrocknen springt die Schlickschicht, rollt sich zusammen und legt den Boden frei, die Luft kann in denselben wieder eindringen und verleiht ihm die Eigenschaft oxydirend zu wirken. Demnach muss die Berieselung eine intermittirende sein. Nasse Böden sind zum Berieseln nicht geeignet, dieselben müssen durch tiefe Drainage trocken gelegt werden[3]).

Auch der Gehalt der Spüljauche an gelösten und ungelösten Bestandtheilen muss ganz besonders berücksichtigt werden. Dieselbe muss nach den klimatischen Verhältnissen, sowie nach der Art des Bodens und der Vegetation der Rieselfelder mehr oder weniger konzentrirt sein. Während man bei niedrigen Temperaturen und schweren Böden die Verdünnung möglichst beschränken wird, ist dieselbe im Sommer und auf leichtem Boden unter Umständen in hohem Grade wünschenswerth. Die geil gewachsenen Pflanzen der Rieselfelder sind gegen hohe Temperaturen sehr empfindlich und machen an heissen Tagen eine Anfeuchtung nothwendig[4]). Durch ein Ueberleiten über Grasland, sogenannte Oberflächenrieselung, wird die Spüljauche nicht derartig gereinigt, dass das Einleiten derselben in Wasserläufe unbeanstandet zu gestatten wäre.

---

1) W. Lehfeldt, Gegenwärtiger Stand der Abfuhr- und Kanalisationsfrage in Grossbritannien. Landw. Jahrbücher I., 1872, S. 431.

2) V. Schweder, Die Spüljauchen-Rieselanlagen in England. Landwirthschaftl. Jahrbücher VII., S. 142.

3) Siehe auch die Beschreibung der Darlington-Farm a. a. O. S. 124.

4) Siehe auch das in Betreff der Aldershot-Camp-Farm Gesagte a. a. O. S. 106.

Von ganz besonderer Bedeutung ist die Beschaffenheit des Untergrundes; derselbe muss entschieden die Eigenschaften eines guten Filters haben. Bindige, wenig durchlässige Schichten verhindern ein tieferes Eindringen der aufgebrachten Flüssigkeitsmengen, die darüber lagernde Ackerkrume saugt sich nach kurzer Zeit voll, und die Spüljauche kann nicht einsickern. Ackerflächen mit derartigen Untergrundverhältnissen sollten überhaupt nicht zur Berieselung verwandt werden, Drainage kann indess auch hier eine Besserung herbeiführen.

Es ist nach Schweder's Ansicht sehr zu bedauern, dass diese Punkte bei der Anlage der Berliner Rieselfelder nicht genügende Berücksichtigung fanden[1]). Die geringen Erfolge, die denn auch in den ersten Jahren des Betriebes erzielt wurden, haben dem Rieselwesen zahlreiche Gegner eingebracht.

Die beiden zur ersten Anlage von Rieselfeldern erworbenen Güter Osdorf und Friederikenhof bestehen keineswegs durchweg aus leichtem Sandboden, wie von Fachblättern behauptet wurde, denn es sind in den vorangegangenen Jahren auf denselben gute Heuernten von Rothklee erzielt worden, und Rübsen und Weizen wurden mit Erfolg angebaut. Ganz besonders aber sind die Untergrundverhältnisse keineswegs so günstige, als anfangs erwartet wurde[2]). Die Lagerungsart der mehr oder weniger durchlassenden Schichten des Untergrundes verhinderte ein gleichmässiges Versinken der aufgelassenen Spüljauche, und für eine Drainage, durch welche eine Korrektion dieser ungünstigen Verhältnisse erreicht worden wäre, hatte man nicht gesorgt. Die Bildung von Wasseransammlungen unter der Oberfläche war unter diesen Umständen nicht zu verhüten, und in der That sind solche auf das Eklatanteste nachgewiesen worden[3]).

Da zu befürchten war, dass bei grösserer Ausdehnung der Rieselfelder diese Uebelstände die Gesundheitsverhältnisse der Umgegend gefährden würden, suchte man durch Anlage tiefer Abzugsgräben eine Ableitung des Sickerwassers herbeizuführen; als indess auch diese wenig Erfolg hatten, sah man sich endlich genöthigt, Drains anzulegen.

In den letzten Jahren ist über das Rieselwesen nicht viel veröffentlicht worden, indess hat es an Hinweisen auf seine Mängel und an Vorschlägen zu ihrer Abstellung nicht gänzlich gefehlt. In seinen Beiträgen zur Spüljauchenrieselkunde[4]) hebt Gerson hervor, dass zum Schaden des Rieselwesens die Agrikulturchemie nicht genügend berücksichtigt worden sei. Er habe unter den Leitern der zahlreichen englischen Rieselfarmen nur Einen gefunden, welcher die nothwendigen Kenntnisse in derselben besass; daher komme es, dass die Zusammensetzung der Spüljauche viel zu wenig beachtet werde; die in derselben vorhandenen Pflanzennährstoffe entsprächen ihrer Quantität nach ganz und gar nicht dem Bedürfniss unserer Kulturpflanzen, ganz besonders sei der Stickstoff im Verhältniss zu Phosphorsäure und Kali in einer Menge vorhanden, die selbst das Bedürfniss von Gräsern und Futterrüben, denen sonst ausserordentlich reiche Gaben dieses Nährstoffes sehr förderlich seien, ganz bedeutend überschritten. Es finde daher stets Ueberdüngung des Bodens mit Stickstoff statt, welche Lagerung des Getreides, Faulen des Grases und andere

1) V. Schweder, Die Spüljauchen-Rieselanlagen Berlins. Landw. Jahrbücher, Bd. VII.
2) a. a. O. S. 164. Siehe auch Nobbe, Landw. Versuchsstationen, Bd. 26, S. 370.
3) a. a. O. S. 165.
4) G. Gerson, Beiträge zur Spüljauchenrieselkunde. Landw. Jahrbücher XII., S. 227.

Uebelstände zur Folge habe. Gerson meint durch eine Veränderung der Berieselungsapparate die bestehenden Missstände beseitigen zu können und ausserdem eine grössere Billigkeit des Betriebes möglich zu machen.

Sein Verfahren beruht im Wesentlichen auf einer Verbesserung der Mechi'schen Schlauchanlagen, indem er, statt aus dem Ende des Schlauches einen dicken Wasserstrahl auszusenden, die Jauche auf einer grösseren Strecke ausfliessen lässt. Ferner vermag er grössere Mengen der Spüljauche unterzubringen, indem er die Ackerfläche in temporäre Bassins verwandelt. Mit einem von ihm eigens konstruirten Pflug zieht er Dämmchen und leitet in die dadurch gebildeten viereckigen Bassins aus dem Rohrstrange die Spüljauche ein. Das Gerson'sche Verfahren hat im Grossen keine Anwendung gefunden, obwohl der Erfinder desselben die Spüljauchenfrage gelöst zu haben behauptet [1]).

Besonders in den letzten Jahren hat in der Frage der Städtereinigung das System Liernur's eine grosse Rolle gespielt [2]). Es wird dasselbe auch Differenzirsystem genannt, weil es eine zweifache Kanalisation anwendet, die eine zur Entfernung der werthlosen Schmutz- und Tagewässer, die andere zur Ueberführung der Fäkalien nach geeigneten Anlagen, in denen eine Verarbeitung derselben stattfindet.

Die von den groben Bestandtheilen durch Siebvorrichtungen gereinigten Schmutzwässer aus Küchen und Fabriken werden mit dem Regenwasser in glasirten Thonröhren mit möglichst starkem Gefälle in nahegelegene Wasserbehälter geleitet. Die nicht zu vermeidende Verunreinigung dieser Flüssigkeit durch Urin soll nach der Behauptung des Erfinders so gering sein, dass ein Einleiten in Flussläufe vom sanitären Standpunkte unbedenklich zu gestatten ist. Etwaige gesundheitsschädliche Abwässer von Fabriken müssen vor dem Einlassen in die Kanalröhren gereinigt werden [3]).

Die Fäces werden aus den Aborten durch eiserne Röhren in unter dem Strassenniveau liegende Reservoire von cylindrischer Form eingeleitet. Vor der Stadt befindet sich das Maschinenhaus; von diesem aus verzweigt sich ein System von ebenfalls eisernen Röhren nach den genannten Reservoiren und entleert dieselben sowie die angeschlossenen Hausrohrleitungen durch Luftdruck. In dem Maschinenhaus wird ein luftverdünnter Raum erzeugt, in welchen beim Oeffnen geeigneter Verschlüsse der Inhalt der Kanäle, Reservoire und Rohrleitungen einströmt. Durch Abdampfen unter vermindertem Luftdruck werden die Fäces von dem werthlosen Wasser befreit und zu Poudrette verarbeitet. Der abgenutzte Dampf der Luftpumpmaschine wird bei dem Abdampfprozess als Wärmequelle nutzbar gemacht; die entweichenden Gase werden durch die Feuerung geleitet und verbrannt. Hierdurch soll fast völlige Geruchlosigkeit des Verfahrens ermöglicht werden, auch das Eindringen von Fäkalgasen in die Wohnungen soll durch einen Syphonverschluss unterhalb der Aborttrichter ver-

---

1) Zu erwähnen ist die bereits seit 200 Jahren bestehende Berieselungsanlage der Stadt Bunzlau in Niederschlesien. Jedoch kommt dieselbe für unsere Zwecke wenig in Betracht, da die zur Irrigation von Rieselland verwendete Kanalflüssigkeit nur ganz unbedeutende Mengen von Fäkalien enthält, im Wesentlichen also aus Schmutzwasser besteht. Die Fäces der Stadt Bunzlau werden in Gruben gesammelt und durch Abfuhr entfernt.

2) Beschreibung des Liernur'schen Systems von Ingenieur Schmidt. Verhandlungen des internationalen Vereins gegen Verunreinigung der Flüsse etc. S. 135–146. 1878.

3) Ing. Kapt. Liernur, Ueber städtische Kanalisation. Aus den Verhandlungen des internationalen Vereins gegen Verunreinigung der Flüsse etc. S. 122—135. 1878.

hindert werden. Doch gestattet Liernur die Anwendung von Waterklosets, da dieselben als Luxus angesehen werden, gegen eine jährliche Abgabe.

Als besonderen Vorzug seines Systems hebt Liernur die Billigkeit der Anlage hervor. Er berechnet die Einnahmen aus dem Verkauf der Poudrette pro Jahr und Kopf der betreffenden Bevölkerung 4,50 ℳ, denen eine Ausgabe von nur 4,21 ℳ gegenüberstehe, und zieht aus diesen Zahlenverhältnissen den Schluss: „so ist ohne allen Zweifel festgestellt, dass die getrennte Kanalisation ihre eigenen Gesammtkosten zu decken vermag[1])." Auch die Ansprüche, die die Bürger von Amsterdam und Leyden auf Sauberkeit und gute Luft in ihren Wohnräumen machen, soll das Liernur'sche System befriedigen, ein Umstand, der bei der bekannten Reinlichkeitsliebe der Holländer gewiss beachtenswerth ist. Schädliche Einflüsse auf die Gesundheit der Einwohner sind nicht bekannt geworden.

Die Nachrichten über dieses Städtereinigungsverfahren lauteten also jedenfalls günstig, was beim Rieselschwemmsystem nicht immer der Fall war. Die Anhänger Liernur's hoben denn auch immer als unverkennbaren Vorzug vor diesem die Rentabilität des Systems hervor, während den ungeheuren Summen, welche die Einführung des Rieselschwemmsystems erfordere, nur die Pachterträge der Rieselfelder als geringe Einnahmen gegenüberständen.

Bereits vor der Anlage der Berliner Rieselfelder hatte der Magistrat der Reichshauptstadt, in Erkenntniss der Unklarheit über Wesen und Werth der Spüljaucherieselung, von Alex. Müller Berieselungsversuche mit Strassenrinnsteinwasser anstellen lassen. Dieses Wasser soll nach der Ansicht des Versuchsanstellers in seinen elementaren Bestandtheilen der Spüljauche sehr nahe stehen[2]) und somit zu Analogieschlüssen auf die Wirkung der letzteren berechtigen. Immerhin sind die dabei gesammelten Erfahrungen bemerkenswerth, dass die Phosphorsäure der Spüljauche fast vollständig entzogen werde, dass sich unter den gelösten Bestandtheilen derselben das Chlornatrium indifferent verhalte, dass bei lebhafter Einstauung das Grundwasser immer reicher an Kali, Ammoniak und organischer Substanz werde, dass ferner diese auf den Eisengehalt des Bodens stark reduzirend und auflösend wirke und bei intermittirender Einstauung des unbewachsenen Bodens „ein verschieden grosser Theil des Jauchenstickstoffs als Salpetersäure, verbunden mit Kalk in das Grundwasser übergehe."

Wichtiger für den vorliegenden Zweck ist das Resultat der Analyse des sandigen Untergrundes eines Spüljauchezuflussgrabens. Es wurde durch dieselbe konstatirt, dass der Stickstoffgehalt der betreffenden Bodenprobe ein sehr geringer sei[3]). Ueber die Umwandlungen, welchen die Spüljauche durch den Einfluss des Bodens ausgesetzt ist, erfahren wir sichere Anhaltspunkte durch mehrere Analysen von Spüljauchen und Drainwässern der Osdorfer Rieselfelder, welche von E. Salkowski ausgeführt wurden[4]).

Dieselben werden weiter unten zum Vergleich mit den hierorts erhaltenen

---

1) Charles T. Liernur, Die Verunreinigung deutscher Flüsse. Eingabe an das Reichskanzleramt. Leipzig. H. Voigt. 1878. S. 56—58.

2) Nobbe, Versuchsstationen. 1873. S. 249.

3) Nobbe, Versuchsstationen. 1880. S. 411. Alex. Müller, Ueber den Einfluss starker Spüljauchenrieselung auf den Boden.

4) Jahresbericht für Agrikulturchemie. 1882. S. 55. E. Salkowski, Untersuchungen Osdorfer Drain- und Rieselwassers.

Resultaten behandelt werden, doch sei schon hier das wichtige Ergebniss mitgetheilt, dass die untersuchten Drainwässer „durchaus keine Substanzen enthalten, welche der Gesundheit nachtheilig sind, und dass durch dieselben keine Verunreinigung der öffentlichen Wasserläufe zu befürchten ist."

Beschreibung der Kanäle Breslaus und der Rieselfelder bei Oswitz.

Gemäss den beiden Hälften, in welche Breslau durch die Oder getheilt wird, bilden seine Kanäle zwei Systeme, ein grösseres südlich und ein kleineres nördlich der Oder gelegenes. Die beiden Hauptstränge vereinigen sich in der unterhalb der Stadt am rechten Oderufer auf dem sogen. Zehndelberge kurz vor der Mündung der alten Oder gelegenen Pumpstation. Der die linke Stadthälfte entwässernde, ungefähr drei Viertel aller Dejektionen Breslaus führende Kanal passirt unmittelbar neben dem linken Ufer der Oder gegenüber der Pumpstation einen Sandfang und durchsetzt durch Düker den Strom. Der von der rechten Oderseite her führende Kanal mündet in einen im Hofe der Pumpstation befindlichen zweiten Sandfang. Die Anlage der Wasserleitung, sowie der durch dieselbe gespülten Waterklosets ist für alle Haushaltungen obligatorisch. Die Aborte werden in den Häusern in eiserne Röhren entleert, ein Zurücksteigen von Fäulnissgasen aus denselben ist durch einen Syphon-Wasserverschluss verhütet. Die genannten Röhren ergiessen ihren Inhalt in glasirte Thonrohrleitungen, welche ihrerseits an die Hauptkanäle angeschlossen sind. Die Letzteren sind aus einer betonähnlichen Masse hergestellt und haben einen eiförmigen Durchschnitt, dessen stumpfes Ende die obere Kanalwölbung bildet, während das spitzere untere in eine entsprechend vertiefte mit breiter Fläche auf dem Erdboden aufruhende Unterlage eingefügt ist. Neben den Schwemmkanälen ist eine Untergrundsdrainage angelegt.

Sämmtliche Hauptkanäle beginnen ausser einem, welcher sich weit in die südlichen Stadttheile hinein erstreckt, am Oderufer in einer Tiefe, die bei nicht allzu niedrigem Wasserstande es gestattet, nach Wegnahme der Verschlüsse das Flusswasser eindringen zu lassen, mit demselben die Kanäle vollständig zu füllen und so von allen den Wänden anhaftenden Unreinlichkeiten zu befreien.

Der in den Kanälen auch ohne dieses Hülfsmittel erzeugte Strom ist so stark und die durch fortwährende Wasserspülung der Rinnsteine erhöhte Verdünnung der Abwässer eine derartige, dass die ganze Masse als leicht bewegliche, schmutzige Flüssigkeit in dem Sandfange vor der Pumpstation anlangt. In diesem setzen sich die gröbsten Bestandtheile ab, bis der von ihnen gebildete Schlamm eine gewisse Höhe erreicht hat; derselbe wird, ohne ein Ausschalten des Sandfanges nöthig zu machen, durch einen geeigneten Schaufelheber herausgehoben. Er besteht zum grössten Theil aus Sand, Papier, Korken und unbestimmbaren organischen Resten; Stücke menschlicher Fäces sind darin nicht zu bemerken; auch in nächster Nähe verbreitet er weder im feuchten Zustande noch während des Trocknens einen lästigen Geruch. Er wird als Kompost verkauft.

Die Jauche fliesst aus den Sandfängen in das unter dem Pumpengebäude befindliche Reservoir, in welches die Köpfe der Pumpen hineinragen. Die Zahl derselben beträgt vier; zwei Saugedruckpumpen und zwei Zentrifugalpumpen. Jede der ersteren arbeitet mit 60 Pferdekräften, und sie sollen somit die

stärksten derartigen Maschinen sein. Dieselben sind abwechselnd im Betriebe, so dass die eine funktionirt, während die andere der Reinigung und event. Reparatur unterworfen wird. Mit einem Hub dieser Pumpen werden zwei Kubikmeter in die nach den Rieselfeldern führenden Druckrohre gedrückt. Die in einer Sekunde 25 Liter hebenden Zentrifugalpumpen haben den Zweck, Spüljauche in die Oder zu heben, wenn durch ausserordentlich starke Niederschläge die herangespülten Flüssigkeitsmengen so gesteigert sind, dass die beiden Druckpumpen zu ihrer Beförderung nicht mehr ausreichen. Uebrigens ist in solchen Ausnahmefällen die Spüljauche so verdünnt, dass ein Einlassen derselben in den Fluss vom sanitären Standpunkt aus keine Bedenken erregen dürfte.

Alljährlich werden 11 bis 12 Millionen Kubikmeter gepumpt, was bei einer Zahl von etwa 275 000 Köpfen — die Oderinseln sind noch nicht kanalisirt — einer Menge von 115 Litern pro Tag und Kopf entspricht.

Die Jauche wird durch die Pumpe in die unter der alten Oder hindurch führenden zwei eisernen Dükerrohre gedrückt und gelangt aus diesen durch ein eisernes Druckrohr nach den einen Kilometer entfernten Rieselfeldern.

Hier ergiesst sie sich in einen hochgelegenen Kanal, welcher mit Erde bedeckt ist und als hoher Damm die ganze Rieselfläche durchzieht. Der Durchschnitt des Kanals ist rechteckig, seine Höhe beträgt 1,30 *m*, seine Breite 1,40 *m*. Die aus betonähnlicher Masse hergestellten Seitenwände, sowie der aus demselben Material bestehende Kanalboden haben eine Stärke von 0,15 *m*, die Decke wird von Granitplatten gebildet. Der Fall des Kanals beträgt 1:2500. Neben demselben zieht sich der die Drainwässer abführende Entwässerungsgraben hin, welcher 8 Kilometer unterhalb seines Ursprungs in der Nähe des Vorwerkes Ransern sich in die „Weide“, einen Nebenfluss der nahen Oder ergiesst. Ein zweiter in den eben beschriebenen einmündender Abflussgraben zieht sich um das Dorf Oswitz herum.

An den Zuleitungskanal sind durch Schleussen offene Abflussgräben nach beiden Seiten angeschlossen; sie führen die Spüljauche nach den zu berieselnden Aeckern. In die Mitten der Rieselflächen zweigen sich von den offenen Zuflussgräben Seitengräben ab, aus denen die Jauche auf das betreffende Ackerstück übertritt. Durch hölzerne Schützen, welche nach je 50 *m* wiederkehren, wird das Ueberfliessen der Jauche geregelt.

Die Rieselflächen sind planirt, 0,5 bis 5 *ha* gross und von 0,30 *m* hohen Dämmchen umgeben. Von den Rändern des Rieselgrabens fallen die Ackerflächen nach beiden Seiten schwach ab, im Verhältniss 1:1000 bis 1:2000; durch diese sanfte Neigung wird eine gleichmässige Vertheilung der Jauche über das ganze Feldstück möglich gemacht. Der Rieselwärter lässt die Spüljauche so lange auffliessen, bis das Feld gleichmässig von derselben bedeckt ist.

Die aufgelassene Spüljauche kommt nach kurzer Zeit in gereinigtem Zustande als Drainwasser wieder zum Vorschein oder versinkt in den Untergrund. Die Drainwässer werden in den oben erwähnten Abflussgraben geleitet und können somit auf das Grund- und Brunnenwasser keinen nachtheiligen Einfluss ausüben, selbst wenn sie von nicht genügend reiner Beschaffenheit sein sollten. Nicht mit derselben Bestimmtheit ist dies von den in den Untergrund versinkenden Wassermassen anzunehmen; es ist nicht zu läugnen, dass dieselben schädlich wirken können, um so mehr als gerade die in nächster Nähe des Dorfes Oswitz belegenen Rieseläcker nicht drainirt sind. Als weiterer un-

günstiger Umstand kommt hierbei in Betracht, dass die genannten Ländereien durch schwerere Böden mit zum Theil thonigem Untergrunde gebildet werden.

Nicht nur die Gefahr für den Gesundheitszustand der benachbarten Gemeinde, sondern auch für die Verwendbarkeit der erwähnten Flächen als Rieselfelder macht eine nachträgliche Drainage derselben nothwendig; wie oben erwähnt, sind schwerere Böden zu Rieselzwecken nicht recht geeignet, wenn sie nicht drainirt sind.

In der That besteht die Absicht, das Versäumte in nächster Zeit nachzuholen.

Im Uebrigen besteht das bereits der Berieselung unterworfene, sowie das noch zu aptirende Land aus leichteren Bodenarten mit vorwiegend durchlässigem Untergrunde und ist 1,50 *m* tief drainirt, resp. soll mit derselben Einrichtung versehen werden.

Ein grosser Theil der Rieselfelder, etwa 160 *ha,* ist gegenwärtig mit Korbweiden bepflanzt. Das übrige Land wird zum Theil zur Grassaat verwendet, ausserdem werden angebaut: Getreide, Zucker- und Futterrüben, Raps, Rübsen, Kartoffeln, Mais, Saubohnen, Tabak und Hanf. Sämmtliche Gewächse zeichnen sich durch üppiges Wachsthum aus, und die bisherigen Erfolge setzen eine Qualität voraus, welche einer lohnenden Verwerthung nicht hinderlich ist.

Das Gras von den Rieselwiesen wird an Rinder, auch an Pferde grün verfüttert oder zur Heubereitung verwendet. Verdauungsstörung hat dasselbe bisher in keiner Weise hervorgerufen, im Gegentheil ist der Futterzustand, in dem sich das lebende Inventar des Dominiums Oswitz befindet, ein ausgezeichneter.

Während es in Danzig und Berlin nicht gelungen sein soll, gutes Heu zu erhalten, ist dasselbe auf den hiesigen Rieselfeldern in ganz vorzüglicher Beschaffenheit bereitet worden; allerdings soll dies nur bei grosser Vorsicht und unter günstigen Witterungsverhältnissen möglich sein. Auch die übrigen Feldfrüchte gaben bisher gute Erträge. Die Weidenschösslinge erreichen bei guter Qualität eine erstaunliche Höhe; von einigen Sorten werden dieselben in einem Jahre 8 bis 10 Fuss hoch.

So vorzüglich die Kanalisation der Stadt in jeder Weise durchgeführt ist, ebenso sind die Oswitzer Rieselfelder durchweg rationell angelegt.

Das gegenwärtig zur Berieselung verwendete Areal reicht aus, um alle Spüljauche unterzubringen, und doch werden noch ca. 300 *ha* gegenwärtig aptirt, und eine noch grössere Fläche soll später ebenso behandelt werden.

Ein weiterer nicht geringer Vorzug der Rieselfelder bei Breslau sind die günstigen Niveauverhältnisse der Oswitzer Feldmark. Dieselbe bildet eine weit ausgedehnte, nur durch ganz geringe Erhebungen gestörte Ebene; an keiner Stelle war man genöthigt, den unvollkommenen Hangbau anzuwenden. Und doch sind die Vorfluthverhältnisse sehr günstig; das Rieselfeld bildet eine von ihrem Anfange an im Grossen und Ganzen längs der Oder sich hinziehende, nach Westen sanft abfallende Fläche; es genügte, den Entwässerungsgraben in grader Richtung mitten durch dasselbe hindurchzuziehen, um eine stetige Abführung reichlicher Wassermengen herzustellen.

Der Hauptvorzug der hiesigen Rieselfelder, der ihren Werth gegenüber den anderen ähnlichen Anlagen ganz ausserordentlich erhöht, ist der, dass wir es in Oswitz mit einem normalen Ackerboden zu thun haben, der zwar hin

und wieder von unbedeutenden Sandadern durchzogen wird, im Uebrigen aber aus einem mittleren Lehmboden mit durchlassendem Untergrund besteht, und die Aussicht gewährt, die Spüljauche weit besser zu reinigen und zu verwerthen, als dies von Berliner Sandflächen mit ihren ungünstigen Untergrundsverhältnissen und von Danziger Dünensand jemals zu erwarten stand.

Angesichts dieser Umstände erschien es gerade hier in Breslau angezeigt, durch systematisch angestellte Analysen zu untersuchen, ob die in Berlin und Danzig gemachten, meist auf vereinzelten Untersuchungen oder nur äusseren Wahrnehmungen beruhenden Erfahrungen auch unter günstigeren Verhältnissen bestätigt oder vielleicht ergänzt und erweitert werden konnten.

Plan der Untersuchungen.

Der Zweck der vorliegenden Untersuchungen lässt sich kurz in folgendem Plane klarlegen. Es sind festzustellen:

I. Der Gehalt der Breslauer Spüljauche.
II. Die Veränderungen, welchen dieselbe beim Hindurchgehen durch den Ackerboden unterworfen ist.

Der Gehalt der Spüljauche wird durch die analytische Bestimmung erkannt, während die Lösung der zweiten Aufgabe eine komplizirtere ist; es ist nämlich festzustellen:

a) wieviel von den Bestandtheilen der Spüljauche im Drainwasser wiedererscheint,
b) wieviel vom Boden zurückgehalten,
c) wieviel durch die Pflanzen aufgenommen wird.

Es sind also zur Lösung des Punktes II. anzustellen:

1. Drainwasseranalysen,
2. Bodenbestimmungen,
3. Pflanzenuntersuchungen.

Von Drainwässern wurden untersucht: solche von neu aptirten, nicht bepflanzten Feldern, ferner solche von Feldern, die schon mehrere Jahre der Berieselung unterworfen und bebaut, zur Zeit aber vegetationslos waren, und dann solche, welche von lange berieselten, zur Zeit mit Gras bestandenen Feldern abliefen.

Es stand zu erwarten, dass diese Art des Verfahrens zur Lösung der Frage beitragen werde, ob der Erdboden der Oswitzer Rieselfelder die Spüljauche derartig reinige, dass ihr Einlassen in offene Gewässer unbedenklich zu gestatten sei, ob er durch langjähriges aber rationelles Berieseln in seiner absorbirenden und oxydirenden Wirkung beeinträchtigt werde und dann, ob durch die Vegetation seine chemische und mechanische Wirkung auf die Spüljauche unterstützt oder vermindert werde.

Bodenproben wurden von den betreffenden Stellen jedesmal zwei entnommen, je eine von der Oberkrume und dem Untergrunde. Die Erstere wurde nach Entfernung der obersten ungefähr 1 bis 3 Centimeter dicken Schicht durch Herausheben eines vier Zoll tiefen Würfels gewonnen, die zweite wurde auf folgende Weise erhalten: Die Ackerkrume wurde an derselben Stelle bis zu einer Tiefe von zwölf Zoll entfernt; der Boden des so gebildeten Loches

wurde sorgfältigst von herabgefallenen Theilen der oberen Schichten gesäubert und geebnet, wodurch die ideale obere Begrenzungsfläche des Untergrundes frei gelegt wurde; wie bei der Oberkrume wurde sodann ein vier Zoll hoher Würfel herausgehoben.

Was die dabei befolgte Auswahl betrifft, so wurden Bodenproben entnommen:

1. Von nicht berieselten Feldern,
2. von einem erst ein halbes Jahr lang der Berieselung unterworfenen Ackerstücke,
3. von Feldern, welche bereits drei Jahre hindurch berieselt worden sind jedoch in der letzten Zeit nicht viel Jauche bekommen haben,
4. von solchen, die ebenfalls drei Jahre lang und gerade in letzter Zeit ausserordentlich stark berieselt worden sind.

Durch die Untersuchung der nicht berieselten Felder sollte ein Bild von dem allgemeinen Charakter des Oswitzer Bodens gewonnen werden, während an den übrigen Böden nachzuweisen war, ob durch die aufgebrachte Spüljauche die chemischen Eigenschaften der Böden verändert, ganz besonders ob, wie häufig behauptet worden ist[1]), durch starkes Berieseln eine Ueberladung des Bodens erfolge. Zwar giebt das eingeschlagene und weiter unten beschriebene Verfahren keinen Aufschluss über die Fruchtbarkeit des betreffenden Bodens, wohl aber erfahren wir durch dasselbe, ob gewisse Bodenbestandtheile in grosser oder geringer Menge vorhanden sind, ob eine Ueberladung des Bodens mit Stickstoff und anderen Stoffen, oder eine Verarmung durch Umsetzung oder Auswaschen stattgefunden hat. Gerade aber daraus können wir einen Schluss auf die Fähigkeit des Bodens, die Jauche zu reinigen, ziehen.

Die Beantwortung der dritten Frage, welche Bestandtheile der Spüljauche von den Pflanzen aufgenommen werden, bleibt einer späteren Arbeit vorbehalten.

Die landwirthschaftliche Ausnutzung der düngenden Bestandtheile wird in der vorliegenden Arbeit nur soweit in Betracht gezogen werden, als aus den Bodenanalysen eine Aufspeicherung von Pflanzennährstoffen in den Böden nachgewiesen werden kann.

Die Spüljauche.

Die an der Pumpstation angelangte Spüljauche stellt eine wasserdünne, dunkelgraue, nach Schwefelwasserstoff riechende Schmutz-Flüssigkeit dar. In der Flasche setzt dieselbe bei ruhigem Stehen nach kurzer Zeit einen dunklen, vorwiegend flockigen, leichten Niederschlag ab, welcher der Hauptsache nach aus organischen Resten, besonders Papierstücken besteht; die überstehende Flüssigkeit bildet eine gelbliche, unklare aber durchscheinende Masse. In geöffneten Flaschen wird dieselbe nach längerer Zeit völlig klar über einem schwachen schwarzen Niederschlage, während sie bei Abschluss der Luft Monate hindurch unklar bleibt. Die Trübung wird in diesem Falle nicht durch suspendirte Schmutztheile, sondern durch kleine gährungserregende Organismen hervorgerufen.

Die Concentration der Spüljauche ist nach den Jahreszeiten Schwankungen unterworfen, eine Erscheinung, welche hauptsächlich durch die im Sommer ge-

1) u. A. Gerson, Beiträge zur Spüljauchenrieselkunde. Erster Abschnitt.

Gehalt der Spüljauche in 100 000 Theilen.

Datum	Eindampf-Rückstand	Glüh-Rückstand	Glühverlust	Gesammt-Stickstoff	Ammoniak-Stickstoff	Albumin-Stickstoff	SO_3	Cl	P_2O_5	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe O
23. 10. 1883	124,1	68,9	55,2	12,72	7,50	5,22	—	11,52	—	—	—	—	—	—
13. 11. 1883	114,2	62,3	51,9	10,59	6,98	3,71	5,53	13,06	2,45	5,26	11,34	7,47	1,72	—
8. 1. 1884	120,3	67,7	52,6	11,91	6,83	5,08	6,14	14,11	2,60	7,68	10,30	9,65	2,43	—
7. 2. 1884	112,1	66,2	45,9	9,79	6,28	3,51	11,81	13,27	2,66	6,26	9,00	4,42	1,24	—
5. 3. 1884	150,5	76,9	73,6	10,43	6,82	3,61	8,53	15,17	2,95	8,58	16,16	3,60	3,39	—
19. 5. 1884	109,4	59,4	50,0	6,83	4,01	2,82	4,25	10,74	1,91	4,83	12,38	9,80	2,28	0,4704
5. 8. 1884	98,14	57,7	40,4	6,55	3,32	3,23	5,19	13,90	1,72	4,72	10,37	9,93	1,99	0,2880
26. 8. 1884	100,46	61,4	39,1	8,82	3,56	3,26	5,75	12,81	1,88	4,92	11 34	9,62	2,21	0,5400
Durchschnitt	116,15	65,06	51,09	9,45	5,66	3,80	6,74	13,07	2,31	6,04	11,56	7,78	2,18	0,4328

	Berlin			Danzig	Breslau
	August 1881	März 1882	August 1882		Oktober 1883 bis August 1884
Eindampf-Rückstand. . .	75,96	94,04	49,16	—	116,15
Glüh-Rückstand.	49,36	63,12	36,00	—	65,06
Glüh-Verlust	26,60	31,82	13,16	—	51,09
Gesammt-Stickstoff . . .	5,46	11,86	5,88	7,01	9,45
Ammoniak-Stickstoff . .	5,15	10,29	3,71	—	5,66
Albumin-Stickstoff . . .	0,31	1,57	2,17	—	3,80
Schwefelsäure	3,63	1,79	1,98	—	6,74
Chlor	16,69	16,81	8,27	—	13,07
Phosphorsäure	1,85	—	0,96	1,73	2,31
Kali.	8,54	7,37	1,41	5,39	6,04
Natron	13,40	15,13	0,73	—	11,56
Kalk	10,75	—	9,13	—	7,78
Magnesia	2,08	—	1,48	—	2,18
Eisenoxydul	Spur	—	Spur	—	0,4328
Salpetersäure.	fehlt	Spur	fehlt	—	fehlt

steigerte Spülung der Rinnsteine in der Stadt verursacht werden dürfte. Durchschnittlich enthält die Breslauer Spüljauche diejenigen Mengen von Stickstoff, welche nach der Zahl der Einwohner erwartet werden kann. Es werden jährlich ca. 11 000 000 *cbm* geliefert, à 0,1 *kg* Stickstoff, das sind 1 100 000 *kg* Stickstoff bei einer Einwohnerzahl von 275 000 Menschen, also 4 *kg* Stickstoff pro Kopf der Bevölkerung, welches Quantum als jährliche Ausscheidung eines Menschen angenommen werden kann.[1]) Die Spüljauchenanlage entspricht daher den höchsten Anforderungen, welche an die Leistungsfähigkeit der Kanalisation gestellt werden können.

1) F. Holdefleiss, Landwirthschaftliche Reiseskizzen aus England und Schottland. Berlin. 1876. S. 38.

In diesem Punkte scheinen die Breslauer Schwemmkanäle diejenigen anderer Städte zu übertreffen. Von Berliner Abwasser sind zwei vollständige Analysen vorhanden[1]). Die eine ist im August 1881, die andere in demselben Monat des folgenden Jahres ausgeführt worden. Leider differiren sie gerade in den wichtigsten Bestandtheilen bedeutend; während der Stickstoffgehalt in beiden ungefähr ein gleicher ist und etwa der Hälfte desjenigen der Breslauer Spüljauche entspricht, verhalten sich die angegebenen Mengen des Kali wie 1 : 6, die der Phosphorsäure wie 1 : 2.

Eine dritte Bestimmung Berliner Spüljauche, welche aber nicht vollständig ist, ergab Resultate, die mit den hierorts gewonnenen im Allgemeinen übereinstimmen[2]).

Die Danziger Spüljauche erscheint nach ihrem Gehalt an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali als eine etwas verdünntere Lösung von relativ gleicher Zusammensetzung[3]). Aus der angegebenen Tabelle ist ersichtlich, dass die Breslauer Spüljauche zu den koncentrirtesten ihrer Art gehört und dass sie die anderen ganz besonders im Gehalt an Stickstoff, Phosphorsäure, organischer Substanz und Gesammtrückstand übertrifft.

Beschreibung der Analysen der Spüljauche.

Zur Bestimmung des Eindampfrückstandes wurden 5 bis 8 Liter in einer grossen Platinschale auf dem Wasserbade eingedampft. Der Rückstand wurde bei 120° getrocknet.

Die grosse Menge der organischen Substanz bereitet bei der Bestimmung des Glührückstandes Schwierigkeiten. Zu ihrer Vertreibung wurde die Platinschale mässiger Rothgluth ausgesetzt; doch war es nur auf folgende Weise möglich, den Inhalt derselben weiss zu erhalten: Der schon geglühte, aber noch an den Wänden der Schale haftende Rückstand wird angefeuchtet, mit einem Platinspatel von den Wänden gelöst und durch feinen Wasserstrahl vollends in die Mitte der Schale gespült, darauf auf dem Wasserbade getrocknet und von Neuem geglüht. Dies Verfahren wird wiederholt, bis er weiss geworden ist.

Der Glührückstand wurde bei 120° im Trockenkasten getrocknet und bis zur Uebereinstimmung des Gewichts, wie angegeben, behandelt.

Bestimmung des Gesammtstickstoffs. 100 *ccm* der in der Flasche vorher stark geschüttelten Spüljauche wurden zur Bindung des Ammoniaks mit etwas Salzsäure angesäuert, in einem Hoffmeister'schen Glasschälchen zur Trockne verdampft, mit dem Schälchen in einem Porzellanmörser unter Zusatz von etwas Gyps fein zerrieben und nach der Will-Varrentrapp'schen Methode mit Natronkalk verbrannt. Der vorgelegte Kugel-Apparat enthält 20 *ccm* einer verdünnten Schwefelsäure von bekanntem Gehalt, welche nach der Verbrennung mit titrirter Barythydratlösung zurücktitrirt wurde.

Beide Titrelösungen, die Schwefelsäure wie die Barytwasserlösung sind auf Stickstoff gestellt, wodurch die Berechnung sehr vereinfacht wird.

Die angegebenen Resultate beruhen in allen Fällen auf drei wohl übereinstimmenden Analysen.

Bestimmung des Ammoniaks. Das Ammoniak wurde in den ersten beiden

1) Jahresbericht für Agrikulturchemie. 1882. S. 56 und S. 58.
2) a. a. O. S. 56.
3) Von F. Holdefleiss bestimmt.

Spüljauchenproben als Platinsalmiak bestimmt, in den folgenden wie bei der Bestimmung des Gesammt-Stickstoffs durch die bekannte Schwefelsäure aufgefangen.

Der benutzte Apparat ist folgender: In einem geräumigen Kolben (derselbe fasste ungefähr 1,3 Liter) wurden 500 *ccm* der Spüljauche mit gebrannter Magnesia destillirt. Die entweichenden Dämpfe wurden durch ein doppelt gebogenes Glasrohr in einen 250 *ccm* fassenden, mit doppelt durchbohrtem Gummistopfen geschlossenen Erlenmeier'schen Kolben geleitet. Durch die andere Durchbohrung des Stopfens führt ein U-förmiges Rohr in einen zweiten Kolben von gleicher Art; die Schenkel des U-Rohres reichen bis auf den Boden der Kolben. In den ersten Kolben wurden entweder überschüssige Mengen von Salzsäure oder 20 *ccm* der titrirten Schwefelsäure gebracht. Beide Kolben wurden gekühlt; die entwickelten Dämpfe wurden daher in der Vorlage kondensirt, und das Ammoniak von der Säure absorbirt. Nach etwa zweistündiger Destillation sind ca. 200 *ccm* übergegangen. Das in denselben gebundene Ammoniak wurde nach obigen Angaben bestimmt.

Die Differenz des Gesammtstickstoffs und des Ammoniak-Stickstoffs ist als Albuminoïd-Stickstoff angegeben.

Salpetrige-, sowie Salpetersäure konnte in keinem Falle nachgewiesen werden.

Es wurde auch versucht, die organische Substanz durch Einwirkung von Chamaeleonlösung in alkalischer und saurer Lösung zu bestimmen, jedoch wurden wirklich brauchbare Resultate nicht erzielt.

Zur Bestimmung der Schwefelsäure wurden 500 *ccm* der filtrirten Jauche zum Sieden erhitzt, mit Salzsäure angesäuert, mit Chlorbaryum gefällt und im Becherglase auf dem Wasserbade bis auf ca. 300 *ccm* eingeschränkt. Nachdem die überstehende Flüssigkeit durch ein Filter abgegossen worden war, wurde der schwefelsaure Baryt auf dasselbe gebracht und mit heissem Wasser ausgewaschen, bis Silberlösung durch das ablaufende Waschwasser nicht mehr getrübt wurde. Aus dem Gewicht des schwefelsauren Baryts wurde die Schwefelsäure berechnet; das doppelte der Menge giebt den Gehalt eines Liters an.

Das Chlor wurde massanalytisch bestimmt, weil durch die gelöste und ungelöste organische Substanz die gewichtsanalytische Bestimmung erschwert wurde. 50 *ccm* der filtrirten Spüljauche wurden mit einigen Tropfen einer Kaliummonochromatlösung gefärbt und mit Silberlösung von bekanntem Gehalt titrirt. Dieselbe Methode wurde immer je drei Mal ausgeführt.

Analyse des Glührückstandes.

Der Glührückstand wurde von den Wänden der Platinschale behutsam entfernt und in einen grossen Erlenmeier'schen Kolben gespült; etwa zurückgebliebene Theile wurden mit Salzsäure gelöst und nachgespült. In den Kolben wurde darauf Salzsäure gegeben, dadurch die Kohlensäure vertrieben, und dann Salzsäure bis zum starken Ueberschuss hinzugefügt. Der Inhalt des Kolbens wurde in eine Porzellanschale gespült und auf dem Wasserbade eingedampft, darauf mit Salzsäure gelöst, in einen Halben-Liter-Kolben gegeben und bis zur Marke verdünnt. Von dem Filtrat der Lösung wurden 200 *ccm* zur Bestimmung von Kali und Natron, 100 *ccm* zu derjenigen der Phosphorsäure und 150 *ccm* zur gemeinsamen Bestimmung von Eisen, Kalk und Magnesia verwendet.

Die Phosphorsäure wurde mit molybdänsaurem Ammon aus der sauren Lösung gefällt und als pyrophosphorsaure Magnesia bestimmt.

Die aus der salzsauren Lösung durch Ammon ausfallenden Mengen von Eisenoxydhydrat sind so gering, dass die mit ausgefällte Thonerde nur schwach bräunlich erscheint. Aus diesem Grunde wurde es bei den ersten Analysen unterlassen, das Eisen quantitativ zu bestimmen, zumal dasselbe in den Spüljauchen anderer Städte bisher nur in Spuren nachgewiesen worden ist. Jedoch wurde versucht, in den am 19. Mai, 5. und 26. August entnommenen Proben das Eisen in schwefelsaurer Lösung mit Zink zu reduziren und durch Hundertstel-Normal-Chamäleonlösung zu bestimmen. Danach kommt dasselbe keineswegs in Spuren vor, sondern in wohl bestimmbaren Mengen; in Anbetracht des in der Spüljauche vorhandenen Schwefelwasserstoffs voraussichtlich als ausgeschiedenes Schwefeleisen.

Kalk und Magnesia wurden nach Entfernung von Eisenoxyd und Thonerde als oxalsaurer Kalk bezw. phosphorsaure Ammoniak-Magnesia gefällt und als Aetzkalk bezw. pyrophosphorsaure Magnesia gewogen.

Die Bestimmungen des Kali wurden nach der in der Versuchsstation üblichen Weise angestellt.

200 *ccm* der salzsauren Lösung wurden in einen 300 *ccm*-Kolben gebracht, mit Barythydratlösung in geringem Ueberschuss versetzt und bis zur Marke aufgefüllt. Ausser der Schwefel- und Phosphorsäure sind dadurch die Magnesia und die geringen Spuren des Eisens mit der Thonerde ausgefällt worden. Die überstehende klare Lösung wurde durch ein Faltenfilter filtrirt, und 250 *ccm* derselben in einem 300 *ccm*-Kolben mit kohlensaurem Ammon unter Zusatz einiger Tropfen oxalsauren Ammons versetzt. Nachdem Baryt und Reste von Kalk als Karbonate resp. Oxalate ausgefallen waren, wurde bis zur Marke aufgefüllt und nach einiger Zeit durch ein Faltenfilter filtrirt. 250 *ccm* des Filtrats wurden in einer Platinschale eingedampft, der Rückstand durch gelindes Glühen von den Ammonsalzen befreit und in wenig heissem Wasser gelöst. Die Lösung wurde durch ein kleines Filterchen in eine Porzellanschale filtrirt und in derselben mit Platinchlorid bis zu syrupdicker Masse eingedampft, darauf mit Alkohol aufgenommen und durch ein gewogenes Filter filtrirt.

Aus dem Gewicht des Kaliumplatinchlorids und der Gesammtmenge des Chlornatriums und Chorkaliums wurden die Mengen des Natron berechnet.

Das Drainwasser.

Sobald eine Rieselfläche von der Spüljauche bedeckt ist, tritt aus den Drainauslässen ein starker Wasserstrom in den Abzugsgraben aus. Es wäre falsch, diese Flüssigkeit für das Filtrat der Spüljauche zu halten; mit höchster Wahrscheinlichkeit wird von der einsickernden Jauche die im Boden schon vorhandene Feuchtigkeit verdrängt, und diese ist es, welche beim Beginn des Rieselns aus den Drainröhren austritt.

Es wurden deshalb die Drainwasserproben immer erst einige Zeit nach stattgefundener Berieselung entnommen, gewöhnlich einen Tag später, einige Male nach noch längerer Pause.

Die Drainwässer stellen klare oder schwach opalisirende Flüssigkeiten von zuweilen hellgelber Farbe und schwach modrigem Geruch dar; sie reagiren schwach sauer.

Die untersuchten Proben (Tab. S. 138 u. 139) kamen von Feldern, welche in Bezug auf die Dauer ihrer Benutzung als Rieselflächen, sowie durch ihre Vegetationsverhältnisse sich von einander unterscheiden. Vier Proben entstammen frisch aptirten Feldern, welche erst seit einigen Monaten berieselt wurden, die übrigen Rieselflächen, deren Drainwässer untersucht wurden, sind bereits drei Jahre lang berieselt worden, aber zur Zeit theils ohne, theils mit Vegetation.

Abgesehen von einer im Sommer zunehmenden Verdünnung der Drainwässer bleiben sich ihre chemischen Eigenschaften ziemlich gleich. Merkliche Differenzen wurden nur in der Menge der organischen Substanzen und der Verbindungen des Stickstoffs konstatirt.

Es gelang nicht, die Quantitätsverhältnisse derselben in eine Relation zu einander zu bringen; die Möglichkeit lag nahe, dass die oxydirten Verbindungen des Stickstoffs in einem umgekehrten Verhältniss steigen oder fallen würden, wie die nicht oxydirten oder wie die organischen Substanzen.

Das zum Vergleich mit den Drainwässern der Breslauer Rieselfelder angegebene Durchschnittsergebniss zweier von Salkowski angestellten Untersuchungen Berliner Drainwässer[1]) ergiebt eine annähernde Uebereinstimmung des Gehaltes an Stickstoff, Schwefelsäure, Kali und Magnesia, während der Eindampf- und Glührückstand, die organische Substanz, Chlor und Kalk jener Drainwässer grössere Quantitäten aufweisen.

Das Grundwasser der Danziger Rieselanlagen hat einen sehr hohen Gehalt an Stickstoff und Kali (5,71 Theile Stickstoff und 5,78 Theile Kali in 100 000 Theilen)[2]). Die Mengen des Letzteren überwiegen diejenigen des Breslauer Wassers um das Dreifache, während der Gehalt an Stickstoff um ein Drittel grösser ist. In jedem Falle enthalten die Drainwässer der Breslauer Rieselanlagen an zersetzungsfähigen, gesundheitsgefährdenden Substanzen, sowie nicht verwertheten Pflanzennährstoffen geringere Mengen als die Abwässer der Berliner und Danziger Anlagen, ein Umstand, der zumal in Anbetracht der grösseren Konzentration der Breslauer Spüljauche zu der Behauptung berechtigt, dass die hiesigen Rieselfelder besser funktioniren als die oben genannten gleichartigen Anlagen.

In weiten Kreisen besteht die Ansicht, dass die Spüljauche durch den Ackerboden in ein gutes Trinkwasser verwandelt werde. Von den Feldarbeitern und Rieselwärtern wird das Drainwasser allgemein genossen und zwar nach Angabe Betheiligter nicht zum Nachtheile der Gesundheit. Jedoch ist dies noch kein Beweis für die Richtigkeit obiger Ansicht; die gelbliche Färbung, ein schwach modriger Geruch, und mehr oder weniger bemerkbares Opalisiren lassen Zweifel an seiner Güte aufkommen. In der That sind nach Massgabe der zur Beurtheilung von Trinkwässern gewöhnlich angewandten Grenzwerthe für den Gehalt an gewissen Substanzen die Drainwässer der Breslauer Rieselfelder als zum Trinken ungeeignet zu bezeichnen[3]).

Danach nämlich sollen 100 000 Theile eines guten Trinkwassers:

„1. nicht mehr als 0,6 — 0,8 höchstens 1 Theil Kaliumpermanganat reduziren[4]),

1) Jahresbericht für Agrikulturchemie. 1882. S. 57. Siehe die tabellarische Uebersicht über die Resultate der Drainwasser-Analysen. S. 138 u. 139.

2) Von F. Holdefleiss bestimmt.

3) Kubel-Tiemann, Anleitung zur Untersuchung von Wasser. Braunschweig. 1874. S. 174.

4) oder: nicht mehr als 0,15 — 0,2, höchstens 0,25 *g* Sauerstoff zu ihrer Oxydation verbrauchen.

2. nicht mehr als 0,5 — 1,5 Theile Salpetersäure,
3. nicht mehr als 2 — 3 Theile Chlor,
4. nicht mehr als 8 — 10 Theile Schwefelsäure,
5. keine oder nur nicht bestimmbare Spuren von Ammoniak und salpetriger Säure enthalten und dürfen nicht mehr als 50 Theile feste Rückstände beim Verdampfen hinterlassen."

Die untersuchten Drainwässer entsprechen nicht einer der angegebenen Bedingungen, sondern übersteigen sämmtliche sehr bedeutend.

Wohl ist zuzugeben, dass das Auftreten von Salpeter- und salpetriger Säure, sowie Ammoniak in Trinkwässern nur aus dem Grunde zu Bedenken Anlass giebt, weil ihr Vorhandensein auf die Anwesenheit zersetzter und in Zersetzung begriffener stickstoffhaltiger organischer Substanzen schliessen lässt, während jene Substanzen selber in geringen Mengen genossen keineswegs gesundheitsschädlich wirken können. Dagegen ist anzunehmen, dass diese drei Verbindungen durch die Thätigkeit niederer Organismen gebildet wurden, nicht lediglich durch die oxydirende Wirkung des Erdbodens entstanden sind; und die Mengen der noch nicht oxydirten organischen Substanzen sind noch so beträchtliche, dass sie eventuell einen ergiebigen Nährboden für Krankheitskeime bilden könnten.

Wenn sie als Trinkwässer nicht zu verwenden sind, so ist ihr Eindringen in den Untergrund gleichfalls bedenklich. Unsere Brunnen werden zum allergrössten Theil durch das Grundwasser gespeist, von dessen Beschaffenheit natürlich die Güte des Trinkwassers in gewissem Grade abhängig ist. In jedem Falle ist daher die Beseitigung der eingesunkenen Flüssigkeitsmengen rathsam und zwar durch Drainage.

Wenn die chemischen Eigenschaften der Rieseldrainwässer geeignet sind, das Grund- und Brunnenwasser zu verschlechtern, so ist hingegen das Einleiten derselben in offene Gewässer ohne jedes Bedenken zu gestatten.

Die von der Oder beförderten Wassermassen sind gegen die Mengen des Abflusswassers der Oswitzer Rieselfelder so gewaltige, dass die geringen Verunreinigungen desselben in der That nicht in Betracht kommen können. Dies wäre selbst der Fall, wenn das Wasser der Oder chemisch rein wäre, und die nitrifizirende Wirkung des schnellfliessenden Stromes nicht berücksichtigt würde. Hingegen ist mit Sicherheit anzunehmen, dass das Oderwasser an der Weidemündung [1]) unterhalb der Stadt Breslau kaum eine bessere Beschaffenheit haben dürfte als das Drainwasser der Rieselfelder bei Oswitz. Es liegen keine Analysen von Oderwasser vor, jedoch erscheint ein Vergleich mit Elbwasser bei Dresden am Platze [2]).

Das Durchschnittsergebniss von fünf während des Sommerhalbjahres 1879 ausgeführten Analysen ist folgendes:

Fester Rückstand	Chlor	Organische Substanz (verbrauchter Sauerstoff)
64,6	15,02	3,48

während das Drainwasser der Breslauer Rieselfelder an denselben Stoffen durchschnittlich enthält:

56,15	9,727	2,95

also eine bei Weitem bessere Beschaffenheit als das Elbwasser besitzt.

1) Siehe oben die Beschreibung der Breslauer Rieselfelder. Die Weide, ein Nebenfluss der Oder, nimmt kurz vor ihrer Mündung die Abwässer der Rieselfelder auf.

2) Jahresbericht für Agrikulturchemie 1880. Berlin 1881. Paul Parey. S. 71.

In Anbetracht dessen kann wohl von einer Verunreinigung des Flusses nicht die Rede sein.

Dies wäre selbst der Fall, wenn die Drainwässer in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit unmittelbar in die Oder geleitet würden; sie machen jedoch in dem acht Kilometer langen, offenen Entwässerungsgraben einen natürlichen Reinigungsprozess durch. Um über die Wirkung desselben einen Aufschluss zu erhalten, wurden am Ende des Entwässerungsgrabens zweimal Wasserproben entnommen und analysirt.

Zur Zeit der ersten Entnahme war das Wasser im Graben etwas getrübt, und an den Grabenrändern war ein schwacher Ockerabsatz bemerkbar.

Als die zweite Probe entnommen wurde, war das Wasser im Graben klar und bis auf den vier bis sechs Fuss tiefen Grund völlig durchsichtig. Es schwammen in demselben kleine und mittelgrosse Fische in Menge umher, und grüne Algen und höhere Wasserpflanzen waren stellenweise so stark entwickelt, dass sie den Graben anzufüllen schienen. Der früher bemerkte Ockerniederschlag war gänzlich verschwunden.

Beide Proben waren völlig geruchlos und reagirten nur ganz schwach sauer.

In 100000 Theilen		Wasser des Abflussgrabens entnommen am		Durchschnittsgehalt des Drainwassers
		28. Mai 1884	12. Juni 1884	
Eindampf-Rückstand		39,22	39,96	56,15
Glüh-Rückstand		33,51	33,29	46,14
Glüh-Verlust		5,71	6,67	10,01
Ammoniak-	Stickstoff	0,36	0,36	0,30
Albumin-	Stickstoff	Spur	Spur	0,02
Salpetersäure-	Stickstoff	0,315	0,506	2,58
Salpetrigsäure-	Stickstoff	0,045	0,070	0,14
Gesammt-	Stickstoff	0,72	0,94	3,04
Zur Oxydation der organ. Substanzen verbrauchter Sauerstoff in Grammen		1,60	1,36	2,94
Schwefelsäure		7,55	7,34	8,08
Chlor		7,27	6,95	9,73
Phosphorsäure		fehlt	fehlt	Spur
Kali		1,09	1,21	1,58
Kalk		8,23	6,39	10,27
Magnesia		1,66	1,69	1,91
Eisenoxydul		0,0756	0,0249	0,0901

Das Wasser des Abflussgrabens kurz vor dessen Mündung in den Weidefluss ist seinem chemischen Charakter nach dem Drainwasser sehr ähnlich; doch unterscheidet es sich von diesem in einigen Punkten nicht unerheblich.

Die zur Oxydation der gelösten organischen Substanzen verbrauchten Mengen Sauerstoffs sind nur halb so gross, der Gehalt an Salpeter- und salpetriger Säure ist bis auf ein Sechstel gesunken, und im Uebrigen ist der Konzentrationsgrad des Abflusswassers geringer, obwohl ein bemerkenswerther

Zufluss nicht stattgefunden hat. Die grössere Verdünnung wird wahrscheinlich durch Grund- und Sickerwasser aus den ausgedehnten benachbarten Wiesenflächen verursacht.

Jedenfalls kann das Einleiten des Abflusswassers der Oswitzer Rieselfelder in die Oder, zumal in der Reinheit, welche es am Ende des Entwässerungsgrabens besitzt, keine sanitären Bedenken hervorrufen.

Vergleich der Spüljauche und des Drainwassers.

Wenn die Flüssigkeitsmenge der aufgebrachten Spüljauche gleich derjenigen des ablaufenden Drainwassers wäre, so würde durch die Gehaltsdifferenz diejenige Menge ihrer Bestandtheile angegeben werden, welche vom Boden zurückgehalten worden ist.

Diese Voraussetzung entspricht jedoch nicht ganz der Wirklichkeit. Aus der Spüljauche dunstet eine gewisse Menge Wassers ab, während durch atmosphärische Niederschläge hin und wieder eine grössere Verdünnung stattfindet. Letzterer Umstand wird sich namentlich unmittelbar nach heftigen Regengüssen deutlich geltend machen; im Allgemeinen aber wird man sich nicht allzuweit von der Wahrheit entfernen, wenn man annimmt, dass sich diese beiden Einflüsse unter den obwaltenden Verhältnissen im Durchschnitt gegenseitig ausgleichen. Abgesehen von dem momentanen Einfluss reicher Niederschläge wird bei der länger dauernden Ueberstauung der Rieselfläche mit Spüljauche die Verdunstung eher in erhöhtem Masse sich geltend machen als die Zufuhr von Regenwasser. Wenigstens zeigt der Augenschein deutlich, dass die Menge des abfliessenden Drainwassers unbedingt nicht grösser, sondern wahrscheinlich im Durchschnitt erheblich geringer ist, als die Menge der aufgebrachten Spüljauche. Wenn also die Konzentrationen beider verglichen werden, so werden die daraus gezogenen Schlüsse für den Erfolg der Reinigung nicht auf zu günstigen Voraussetzungen beruhen.

Der Eindampfrückstand.

Der Eindampfrückstand der Spüljauche übertrifft den des Drainwassers reichlich um das Doppelte. Die Differenz giebt mindestens die Summe derjenigen Bestandtheile an, welche durch Filtration oder chemischen Umsatz vom Boden zurückgehalten wurden.

Der Glühverlust.

Der Glühverlust, welcher annähernd der Summe der organischen Substanzen entspricht, beträgt in 100 Litern der Spüljauche 51,09 *g*, in der gleichen Menge Drainwassers 10,01 *g*. Beide verhalten sich rund wie 5 : 1; lässt man also die oben entwickelte Voraussetzung gelten, so wären durch den Boden mindestens $\frac{4}{5}$ der organischen Substanz oxydirt worden. Wir finden dieselbe als Kohlensäure im Drainwasser wieder. Da jedoch auf diesem Wege genaue Bestimmungen der organischen Materien nicht erhalten werden[1]), so wurde die Methode, welche auf der Reduktion übermangansauren Kalis beruht, nebenher ausgeführt, und in der That stehen die Mengen des zur Oxydation von 100 000 Theilen der Drainwässer nothwendigen Sauerstoffs in keinem Verhältniss zu den betreffenden Gewichtsmengen der Glühverluste.

Die Ursache dieser Erscheinung dürfte ausser in den von Fresenius ange-

1) Fresenius, Quantitative Analyse. Bd 2. S. 165.

führten Punkten darin zu suchen sein, dass der Glühverlust neben der Menge der organischen Substanz auch die Ammoniaksalze umfasst, dass ferner der Gehalt von Nitraten und Nitriten auf die Grösse des Glühverlustes mit einwirkt. Durch die organische Substanz werden dieselben reduzirt und es entweicht Stickoxyd.

Die als Glühverlust angegebenen Mengen umfassen also neben noch unzersetzter organischer Substanz auch die Salpetersäure, deren Anwesenheit in öffentlichen Gewässern nur in soweit sanitäre Bedenken erregen kann, als von derselben auf gleichzeitiges Vorhandensein in Zersetzung befindlicher stickstoffhaltiger organischer Verbindungen zu schliessen ist, während sie als solche nicht gesundheitsschädlich wirkt.

Ganz gewiss aber sind in den Salpetersäure und Ammoniak enthaltenden Drainwässern die Mengen der organischen Substanzen nicht so hoch wie diejenigen des Glühverlustes. Die zur Oxydation von 100 000 Theilen Drainwassers nothwendige Menge Sauerstoffs giebt Aufschluss über die Energie und Dauer der sauerstoffübertragenden Wirkung der betreffenden Böden. Die Drainwässer VII und VIII, welche einem bis dahin noch nicht berieselten, neu aptirten, leichten Lehmacker entquollen, wurden erst durch 4,16 resp. 3,52 *g* Sauerstoff oxydirt, während die schon drei Jahre lang der Berieselung unterworfenen Felder 88, 31 und 79 [1]) die Spüljauche weit stärker oxydirten, so dass 1,2 bis 2,2 *g* Sauerstoff zur Oxydation von 100 Litern genügten.

Hierdurch ist erwiesen, dass der Erdboden seine Fähigkeit, sauerstoffübertragend auf die Spüljauche einzuwirken, auch nach Jahren nicht verliert, wenn die Berieselung in rationeller Weise betrieben wird.

Auch während der jedesmaligen Berieselung wird diese Eigenschaft des Bodens nicht beeinträchtigt. Die Möglichkeit war nicht ausgeschlossen, dass die zuletzt hervorquellenden Drainwassermassen an organischen Substanzen reicher sein würden als früher abgelaufene. Jedoch die Proben II, VI und VIII bedurften nicht erheblich mehr Sauerstoff zu ihrer Oxydation als die einen bis drei Tage vorher denselben Drains entnommenen: I, V und VII.

Der Stickstoff kommt in der Spüljauche in organischer Bindung und als Ammoniak vor; Sauerstoffverbindungen desselben waren nicht nachweisbar.

Im Drainwasser erscheint ein Theil des Spüljauchenstickstoffs als Ammoniak und in organischer Bindung wieder, vorzugsweise jedoch als Salpetersäure resp. salpetrige Säure.

Der Gehalt der Drainwässer an den beiden ersteren beträgt durchschnittlich 0,38 *g* in 100 000 Theilen, während die Spüljauche in der gleichen Quantität davon 9,46 *g* enthält; es werden also nur 4 pCt. des Spüljauchenstickstoffs in nicht oxydirtem Zustande durch das Drainwasser abgeführt.

Die gefundenen Mengen Ammoniak sind aber keineswegs aussergewöhnlich grosse. Von sieben durch Way [2]) untersuchten gewöhnlichen Drainwässern enthielten fünf: 0,33 *g* Stickstoff als Ammon in 100 000 Theilen. Sie werden darin nur von den Proben IV und VI um ein Geringes, von V freilich um das Dreifache übertroffen.

Der in organischer Bindung vorhandene Stickstoff kommt in den Rieseldrainwässern ebenfalls nur in unbedeutenden Mengen vor. Dieselben verhalten

1) Nach der Karte des Rieselfeldes Oswitz. Von den Feldern 88, 31 u. 79 stammen: I und II, IV und XI, X.

2) Heiden, Düngerlehre. I. S. 374.

sich zu denen des Ammoniakstickstoffs wie $\frac{1}{20}$ bis $\frac{5}{6}$ und betragen durchschnittlich 0,08 Theile. In der Spüljauche dagegen sind die Quantitäten desselben ungleich grösser. Wir erhalten sie durch Abzug des Ammoniaks vom Gesammtstickstoff und finden im Mittel 3,80 Theile. Die im Drainwasser vorhandenen Mengen des organisch gebundenen Stickstoffs betragen 2 pCt. des in der Spüljauche vorhandenen.

Es ist eine längst bekannte Erscheinung, dass reichliche Düngergaben von Stickstoff in löslicher Form sehr leicht durch den Regen ausgewaschen werden und im Drainwasser als Salpetersäure wieder erscheinen. Es stand demnach zu erwarten, dass ein Theil des Spüljauchenstickstoffs in den Drainwässern als Salpetersäure wiedergefunden werden würde; in der That geben die bisher angestellten Analysen von Rieseldrainwässern nicht unbedeutende Mengen derselben an.

Dieselbe Erscheinung trat auch in Oswitz zu Tage. Die Mengen des Stickstoffs in Form von Salpeter- und salpetriger Säure sind sehr schwankend; sie betragen im Mittel 2,5 Th. in 100 000 Theilen. Den grössten Gehalt an diesen beiden Verbindungen hatte Nr. VIII, ein von einem frisch aptirten, vegetationslosen Felde herrührendes Drainwasser, nämlich 4,2 Theile, d. i. 41 pCt. des in der Spüljauche aufgebrachten Stickstoffs. Auch die Proben XII und XIII von Feldern, welche erst seit einigen Monaten aptirt sind und z. Z. mit Getreidestoppel bedeckt sind, zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an Salpetersäure aus.

Vegetation vermindert die Salpetersäureverluste; Nr. IV enthält nur 1,99 Th.; das betreffende Feld ist mit Gras bewachsen; noch um die Hälfte geringer sind die in Nr. X enthaltenen Mengen; dieses Drainwasser war einem Felde entnommen, welches mit üppigem, bereits schnittreifem Grase bestanden war.

Der Gehalt der Spüljauche an Schwefelsäure ist ein sehr wechselnder, gewiss in Folge des reduzirenden Einflusses der organischen Materien; dagegen bleiben sich die Mengen derselben in den Drainwässern annähernd gleich. Schwefelwasserstoff wurde in den Letzteren nicht gefunden. Beim Hindurchsickern durch den Boden wird demnach sämmtlicher unoxydirter Schwefel zu leicht löslicher Schwefelsäure verwandelt. Auf diese Weise ist es erklärlich, dass der Gehalt der Drainwässer an Schwefelsäure grösser ist als der der Spüljauche.

Vergleichen wir vollends die am 19. Mai geschöpfte Spüljauche mit dem vier Tage vorher entnommenen Drainwasser VIII, so überwiegt der Gehalt des Letzteren an Schwefelsäure jene um das Doppelte.

Von dem in der Spüljauche verhandenen Chlor erscheinen drei Viertel bis fünf Sechstel in den Drainwässern wieder. Nach den bisherigen Erfahrungen der Agrikulturchemie müsste das Chlor unverändert in denselben Quantitätsverhältnissen durch den Boden hindurchgehen, da derselbe kein Absorptionsvermögen gegen Chlor besitzt. Der geringere Gehalt des Drainwassers an demselben wäre erklärlich durch eine Verdünnung der eingesunkenen Flüssigkeit durch Regengüsse oder Grundwasser, oder durch Aufnahme des Chlors durch die Pflanzen.

Erstere Annahme hat wenig Wahrscheinlichkeit, da atmosphärische Niederschläge zwischen der Berieselung und der Entnahme der Drainwasserprobe nur in einem Falle stattgefunden haben und der Einfluss von Grundwasser bei der Durchlässigkeit der untersten Untergrundsschichten ausgeschlossen erscheint. Die Gemeinsamkeit der Erscheinung bei bebauten und vegetationslosen Feldern spricht auch gegen die zweite Annahme, dass das Chlor durch die Pflanzen

des Rieselfeldes aufgenommen worden ist[1]). Die Ursache des Mindergehalts der Drainwässer an Chlor entbehrt demnach noch der Aufklärung.

Das Phosphorsäureanhydrid kommt in 100 Litern der Spüljauche in Mengen von 2,31 *g* vor. Es wird vom Ackerboden fast vollständig absorbirt, denn es fand sich in den Drainwässern nur in Spuren vor. Doch gelang es in zwei von fünf Fällen aus der salzsauren Lösung die Phosphorsäure zu bestimmen. Bemerkenswerth ist es, dass diese beiden Drainwasserproben zu ihrer Oxydation bedeutende Mengen Sauerstoffs benöthigten, während Nr. II, IV und X, in welchen die Phosphorsäure nur in unbestimmbaren Spuren vorhanden war, durch geringere Quantitäten Sauerstoffs oxydirt wurden.

Von Nr. VIII wurden zur alleinigen Bestimmung der Phosphorsäure acht Liter eingedampft und der Eindampfrückstand statt mit Salzsäure mit Salpetersäure behandelt[2]). Die Menge des gefundenen Phosphorsäureanhydrids ist eine sehr geringe, sie betrug in 100 Litern: 0,0136 *g*.

Von den in 100 000 Theilen der Spüljauche vorhandenen 6,04 *g* Kali wurden in der gleichen Menge Drainwassers im Mittel: 1,58 *g* = 26 pCt. wiedergefunden. Es sind also 74 pCt. absorbirt worden.

Von den 11,56 Theilen des Natrons in der Spüljauche finden sich 9,58 Th. im Drainwasser wieder. Der Mindergehalt des Letzteren an Natron kann nur durch Absorption durch den Boden oder durch eine übrigens höchst unwahrscheinliche Verdünnung der Rieselflüssigkeit im Erdboden hervorgerufen worden sein, da eine Aussonderung durch Filtration wegen der Löslichkeit der Verbindungen des Natrons völlig ausgeschlossen erscheint. (Dieselbe Erscheinung ist beim Chlor beobachtet worden.)

Die Absorption des Kali hat eine Ausscheidung des Kalks zur Folge gehabt. Von 10,27 Theilen Kalk im Drainwasser sind nur 7,78 Theile in der Spüljauche auf den Acker gebracht worden; es sind also 2,49 Theile vom Boden ausgeschieden worden.

Es steht deshalb zu erwarten, dass durch die Bodenanalysen Kalireichthum und Kalkarmuth der Rieselböden nachgewiesen werden dürfte.

Von der in der Spüljauche vorhandenen Magnesia wurden im Mittel 87,5 pCt. im Drainwasser wiedergefunden; es ist also eine wesentliche Veränderung ihrer Quantitätsverhältnisse nicht wahrgenommen worden.

Das Eisen ist als Oxydul in der Spüljauche durchschnittlich in Mengen von 0,4328 *g* in 100 000 Th. enthalten. Der in den Entwässerungsgräben der Rieselfelder stets beobachtete Ockeransatz hatte zu der Vermuthung geführt, dass die organischen Substanzen der Spüljauche reduzirend auf das im Boden befindliche Eisenoxyd einwirkten, das gebildete Eisenoxydul in grösserer Menge in Lösung gehe und die Pflanzenvegetation gefährde[3])

Dieser Annahme entgegen ist zu konstatiren, dass der Gehalt der Drainwässer an Eisensalzen ein minimaler ist; er beträgt 0,0901 Th. Eisenoxydul in 100 000 Th., was einem Neuntel des in der Spüljauche vorhandenen entspricht. Zuzugeben ist, dass aller Wahrscheinlichkeit nach das Eisen des Drainwassers von der Reduktion und Lösung des im Boden befindlichen herstammt, während das Eisen der Spüljauche als ausgeschiedenes Schwefeleisen vom Boden abfiltrirt

1) Die Bedeutung des Chlors für die Pflanzen. Heiden, Düngerlehre. I. S. 268 u. 269.

2) Fresenius, Quantitative Analyse. II. § 209. 7. S. 218.

3) Nobbe, Versuchsstationen. Bd. 26 (Jahrg. 1881). S. 369. A. Müller, Vortrag auf der Naturforscherversammlung in Danzig.

und zurückgehalten wurde. In jedem Falle jedoch ist ganz besonders zu betonen, dass das Eisenoxydul in ganz geringen und gewiss unschädlichen Mengen in den Drainwässern vorhanden ist.

Der Gehalt der Drainwässer der hiesigen Rieselfelder an Kohlensäure ist ein sehr grosser; im Mittel enthielten 100 000 Theile des Wassers 28,654 Th. Kohlensäure. Es sind dies im Vergleich mit anderen Drainwässern sehr grosse Mengen. Der Gehalt an Kohlensäure einer langen Reihe von Drainwässern, welche Lawes und Gilbert in Rothamsted untersuchte[1]), schwankt zwischen 1,37 und 10,78 und beträgt im Durchschnitt 4,7 *g*. Auch hierbei ergiebt sich die Thatsache, dass der Erdboden bei rationeller Berieselung seine oxydirende Wirkung nicht verliert. No. XIII, von einem erst kürzlich aptirten Felde enthielt: 19,9 *g* Kohlensäureanhydrid, während die vier übrigen Wasserproben von Feldern, welche schon mehrere Jahre berieselt worden sind, 22,60, 22,66, 29,00 40,10 *g* Kohlensäure in Lösung hatten.

Die Betrachtung der Drainwasseranalysen an sich giebt einen Einblick in den hygienischen Wirkungswerth der Breslauer Rieselfelder, während die ökonomische Bedeutung derselben durch einen Vergleich mit der Spüljauche zu erkennen ist. Danach ist nicht zu leugnen, dass ganz erhebliche Quantitäten des Stickstoffs (welcher den werthvollsten Bestandtheil der Spüljauche ausmacht und bei ihrer Abschätzung allein in Betracht kommt) verloren gehen.

Diese Verluste, welche im Durchschnitt eine Höhe von 30 pCt. erreichen, werden jedoch durch die bisher befolgte Wirthschaftsweise erklärlich. Es werden alljährlich 11 000 000 *cbm* Spüljauche gerieselt; sonach ist bei einem Durchschnittsgehalt von 0,1 *kg* Stickstoff für den Kubikmeter die Menge von 1 100 000 *kg* Stickstoff auf den aptirten 300 *ha* unterzubringen. Dies sind Quantitäten, welche selbst die stärksten Düngergaben bei gewöhnlicher Bodenkultur um ein Vielfaches übertreffen. Selbst wenn man die denkbar allerreichlichste Stickstoffdüngung von 150 *kg* pro *ha* als möglich annehmen wollte, so würden zur Bewältigung des angegebenen Quantums mehr als 7000 *ha* gleich ca. 30 000 Morgen, nothwendig sein.

Es wäre wünschenswerth, die grossen Mengen von Salpetersäure, welche gegenwärtig mit dem Drainwasser in die Oder fliessen, durch nochmaliges Ueberrieseln zu verwerthen. Zwar ist von den wichtigen Pflanzennährstoffen die Phosphorsäure nur in Spuren vorhanden, doch genügen diese, um einen kräftigen Pflanzenwuchs zu erzeugen.

Beschreibung der Drainwasseranalysen.

Bei der Ausführung der Drainwasseranalysen hat sich Verfasser im Wesentlichen nach den von Fresenius gegebenen Vorschriften zur Analyse süsser Gewässer gerichtet[2]).

Danach ist die Bestimmung des Eindampf- und Glührückstandes nach dem bei der Beschreibung der Analyse der Spüljauche bereits erörterten Verfahren erfolgt, ebenso diejenige von Chlor und Schwefelsäure.

Die Bestimmung der organischen Materien wurde durch Reduktion des übermangansauren Kalis ausgeführt.

---

1) Heiden, Düngerlehre. Bd. I. S. 376—379.

2) Fresenius, Quantitative Analyse. Bd. II. §§ 205—213.

100 *ccm* des Drainwassers wurden mit 10 *ccm* einer Zehntel-Normal-Chamäleonlösung und mit 2 *ccm* einer konzentrirten Kalilauge versetzt, und 10 Minuten lang gekockt, darauf bis auf ca. 60 Grad abgekühlt, mit überschüssiger (10 *ccm*) verdünnter Schwefelsäure (1 : 4) und 10 *ccm* einer Zehntel-Normal-Oxalsäurelösung versetzt. Nach eingetretener Entfärbung wurde mit der Chamäleonlösung zurücktitrirt. Die Anzahl der zuletzt verbrauchten Kubikcentimeter der Permanganatlösung, vermindert um die zur Oxydation der salpetrigen Säure verbrauchten Menge des Permanganats, giebt mit 0,0008 multiplizirt, die zur Oxydation der organischen Substanzen nöthige Menge Sauerstoffs in Grammen an.

Zur Bestimmung des Ammoniaks wurden 500 *ccm* des Drainwassers in eine tubulirte Retorte von 1,5 Liter Inhalt gebracht, mit einigen *ccm* einer ausgekochten Sodalösung versetzt und destillirt. Die entweichenden Dämpfe wurden in einem Liebig'schen Kühler kondensirt und in einem vorgelegten Literkolben aufgefangen. Nachdem etwa 250 *ccm* übergegangen waren, wurde die Destillation unterbrochen, der vorgelegte Literkolben entfernt und bis zur Marke aufgefüllt. 10 resp. 20 oder 50 *ccm* des so verdünnten Destillats wurden auf ihren Gehalt an Ammoniak nach der vergleichenden kolorimetrischen Methode Nessler's bestimmt.

Zur Bestimmung des Albuminoidammoniaks wurde die in der Retorte auf ca. 250 *ccm* eingedampfte Flüssigkeitsmenge benutzt. Sobald der vorgelegte Literkolben entfernt worden war, wurde mittels eines langhalsigen Trichters durch den Tubulus 50 *ccm* einer alkalischen Chamäleonlösung in die Retorte gegeben, ca. 200 *ccm* ammoniakfreien destillirten Wassers nachgegossen, der Tubulus geschlossen, ein 500 *ccm*-Kolben vorgelegt und die Destillation fortgesetzt.

Nachdem ca. 200 *ccm* übergegangen waren, wurde der vorgelegte Kolben bis zur Marke aufgefüllt und der Gehalt an Ammoniak wie oben bestimmt.

Die salpetrige Säure wurde durch Reduktion übermangansauren Kalis bestimmt. 100 *ccm* des Drainwassers wurden mit etwas Schwefelsäure angesäuert und mit 5 *ccm* einer Hundertstel-Normal-Chamäleonlösung versetzt, darauf sofort die gleiche Menge einer Hundertstel-Normal-Eisenoxydullösung zugesetzt und mit der Chamäleonlösung zurücktitrirt.

Zur Bestimmung der Salpetersäure wurde die Methode Schlösing's angewendet. Sobald die zu untersuchende Drainwasserprobe in das Laboratorium gebracht worden war, wurden zweimal je ein Liter derselben mit einigen Tropfen Kalilauge kaum merklich alkalisch gemacht und in Porzellanschalen auf Wasserbädern bis auf ein geringes Volumen eingedampft. In beiden Eindampfrückständen wurde der Gehalt an Salpetersäure auf die nämliche Weise bestimmt.

Nachdem der Inhalt der Porzellanschale in einen Kolben gebracht worden war, wurde zur Vertreibung der Kohlensäure Salzsäure zugegeben und darauf wieder schwach überschüssiges Kali zugesetzt. Nachdem durch Kochen alle Luft aus dem Kolben vertrieben worden, wurde Eisenchlorür und rauchende Salzsäure in denselben eingesogen, und das beim Kochen entweichende Stickoxydgas in einem spitz ausgezogenen Glascylinder über Quecksilber und Natronlauge aufgefangen. Aus diesem Glascylinder wurde das Gas in einen zweiten, luftleeren aber etwas Wasser enthaltenden Kolben eingeleitet und mit Wasserstoffgas völlig hineingespült. Bei allen diesen Vorgängen wurde der Zutritt

Drainwasser-Analysen.

	I	II	III	IV	V	VI
	3 Jahre berieselt. Lockerer Lehm. Ohne Vegetation. 5. April 1884.	24 Stunden nach Nr. I entnommen	3 Jahre berieselt. Lockerer Lehm. Weidenstecklinge. Mitte April 1884.	3 Jahre berieselt. Lehm. Gras. 29. April 1884.	3 Jahre berieselt. Lehmiger Sand. Weidenstecklinge. 5. Mai 1884.	3 Tage nach Nr. V entnommen.
Eindampf-Rückstand	—	71,93	57,59	55,31	61,10	—
Glüh-Rückstand	—	56,33	49,17	49,24	50,90	—
Glüh-Verlust	—	15,60	8,42	6,07	10,20	—
Stickstoff als Ammoniak	0,050	0,04	0,18	0,60	1,08	0,60
Stickstoff als Albuminoid-Ammoniak	0,04	0,04	0,16	0,03	0,20	0,04
Stickstoff als Salpetersäure	—	—	—	1,87	1,87	3,79
Stickstoff als Salpetrige Säure	0,18	0,21	0,28	0,12	0,32	0,17
Gesammt-Stickstoff	—	—	—	2,62	3,47	4,60
Zur Oxydation der organischen Substanz verbrauchter Sauerstoff	1,23	1,32	4,16	1,92	3,36	3,68
Schwefelsäure-Anhydrid	8,30	8,64	8,44	9,17	9,18	—
Chlor	10,43	10,11	10,87	10,74	10,74	—
Phosphorsäure-Anhydrid	—	Spur	0,23	Spur	0,17	—
Kali	—	2,26	1,48	1,94	2,04	—
Natron	—	12,67	—	11,01	9,47	—
Kalk	—	11,58	11,04	10,41	11,19	—
Magnesia	—	2,11	2,11	2,08	2,43	—
Eisenoxydul	—	0,0432	0,1337	—	0,0468	—
Kohlensäure	—	—	—	—	—	—

der Luft durch geeignete Vorrichtungen vermieden. In dem letzterwähnten Kolben wurde das Stickoxydgas mit Sauerstoff oxydirt und die gebildete Salpetersäure mit Barythydratlösung titrirt. Von der erhaltenen Menge der Salpetersäure wurde die anderweitig gefundene salpetrige Säure abgezogen und so die Quantität der als solche vorhandenen Salpetersäure ermittelt. In den beigefügten Tabellen ist ihr Stickstoffwerth wie bei den anderen Verbindungen des Stickstoffs angegeben.

Zur Bestimmung der Gesammt-Kohlensäure wurden in einen etwa 350 *ccm* fassenden Kolben 50 *ccm* einer konzentrirten, klaren Barythydratlösung gegeben, und das Gesammtgewicht des Kolbens, seines Inhalts und des auf-

In 100 000 Theilen.

VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII			
Neu aptirt. Lockerer Lehm. Ohne Vegetation. 14. Mai 1884.	24 Stunden nach Nr. VII entnommen.	3 Jahre berieselt. Lehmiger Sand. Weidenstecklinge. 25. Mai 1884.	3 Jahre berieselt. Lehm. Gras. 4. Juni 1884.	3 Jahre berieselt. Lehm. Gras. 11. Juni 1884.	Neu aptirt. Sandiger Lehm. Getreidestoppel. 15. August 1884.	Neu aptirt. Sandiger Lehm. Getreidestoppel. 22. August 1884.	Durchschnittsgehalt der Oswitzer Drainwässer	Durchschnittsgehalt der Spüljauche	Durchschnittsgehalt zweier Berliner Drainwässer
—	—	—	47,72	—	47,34	52,06	56,15	116,15	89,40
—	—	—	38,32	—	40,40	38,60	46,14	65,06	78,16
—	—	—	9,40	—	6,94	13,46	10,01	51,09	11,24
0,25	0,12	0,36	0,04	0,20	0,16	0,16	0,30	5,66	0,169
0,06	0,10	0,20	0,02	0,06	0,08	Spur	0,08	3,80	Spur
—	4,20	1,83	0,92	2,23	3,32	2,41	2,49	vacat	3,39
0,22	0,17	0,31	0,08	0,05	0,17	0,06	0,18	vacat	
—	4,59	2,70	1,06	2,54	3,73	2,63	3,05	9,46	3,56
4,16	3,52	5,60	2,24	2,24	2,24	2,72	2,94	—	—
9,79	9,69	—	7,60	8,17	5,82	5,81	8,08	6,74	8,52
8,53	8,22	—	9,48	9,48	9,48	10,12	9,73	13,07	15,33
0,0136	—	—	Spur	—	Spur	Spur	Spur	2,31	—
—	—	—	1,71	—	0,68	0,98	1,58	6,04	1,98
—	—	—	—	—	6,94	7,70	9,56	11,56	—
—	—	—	9,29	—	9,71	8,70	10,27	7,78	16,77
—	—	—	1,70	—	1,39	1,51	1,91	2,18	2,10
—	—	—	0,1188	—	0,0756	0,1224	0,0901	0,4328	—
	XIV	XV							
—	22,60	49,10	29,00	22,66	—	19,90	28,65	—	—

gesetzten Gummistopfens festgestellt. Der so vorbereitete Kolben wurde auf dem Rieselfelde am Drainwasserausfluss geöffnet und unter denselben gehalten, so dass das Drainwasser einströmte. Der fast gefüllte Kolben wurde geschlossen, gewogen und aus der Gewichtsdifferenz die Menge des eingeströmten Wassers erkannt. Die Gesammt-Kohlensäure befindet sich im Niederschlage als kohlensaurer Baryt. Die überstehende klare Flüssigkeit wurde durch ein kleines Faltenfilterchen bis auf einen kleinen Rest abgegossen, das Filterchen in den Kolben zurückgeworfen, und in demselben die Kohlensäure durch Austreiben mit Salzsäure und Auffangen in Kalilauge bestimmt.

Das Verhalten des Erdbodens gegen die Berieselung.

Aus der vergleichenden Zusammenstellung der Analysen der Spüljauche und des Drainwassers hatten wir ersehen, dass ein Theil der in der Ersteren auf den Rieselplan gebrachten Pflanzennährstoffe in dem Letzteren nicht wiedererscheint; dass auf der anderen Seite das Drainwasser an einigen anderen Verbindungen reicher ist als die Spüljauche. In dem einen Falle wurden 41 pCt. des Spüljauchenstickstoffs in dem ablaufenden Drainwasser zum grössten Theil als Salpetersäure wiedergefunden, in allen anderen Fällen war die Menge derselben geringer; von Kali sind 26 pCt. im Drainwasser wiedergefunden worden, während die Phosphorsäure fast gänzlich absorbirt worden ist.

Es ist also in jedem Falle der bei weitem grösste Theil der Pflanzennährstoffe zurückgeblieben, ungewiss bleibt nur, ob dieselben in der Ackerkrume aufgespeichert wurden, oder ob sie nicht auf irgend eine andere Weise verschwanden und der landwirthschaftlichen Verwerthung entzogen sind. Dass die Spüljauche stark düngend wirkt, ist stets anerkannt worden, aber noch unbekannt sind die Verhältnisse, unter denen ihre düngende Eigenschaft am meisten ausgenutzt werden kann. Es ist vielfach die Erfahrung gemacht worden, und dieselbe hat sich auch hier in Breslau bestätigt, dass die Fruchtbarkeit der Rieselfelder keineswegs mit der Masse der aufgebrachten Spüljauche stetig wächst. Man hat die Ursache dieser Erscheinung auf Ueberdüngung[1]) zurückzuführen versucht und diese Annahme durch das häufig beobachtete Lagern des Getreides und Faulen des Grases auf den Rieselfeldern begründet.

Um über die Berechtigung dieser Annahme Aufschluss zu erhalten, wurden die Analysen von 42 Bodenproben ausgeführt, deren Ergebnisse auf nachstehender Tabelle angegeben sind.

Boden-Analysen. In 10 000 Theilen.

Lauf. Nr.	Gesammt-Stickstoff	Ammoniak-Stickstoff	Salpetersäure-Stickstoff	Kalk	Magnesia	Kali	Phosphorsäure	
1	6,56	—	0,02835	11,74	9,55	9,67	9,23	Nicht berieselt. Humoser lehmiger Sand. Kartoffeln. Oberkrume.
2	2,005	—	fehlt	5,49	5,57	6,55	5,51	Sand. Untergrund.
3	8,50	—	0,0213	9,14	6,20	8,77	11,33	Wie Nr. 1.
4	2,43	—	0,0139	5,08	4,81	3,45	4,94	Wie Nr. 2.
5	16,07	—	fehlt	24,52	31,19	9,42	11,53	Nicht berieselt. Humoser Lehm. Haferstoppel. Oberkrume.
6	6,27	—	fehlt	27,75	33,89	8,00	15,43	Thoniger Lehm. Untergrund.
7	35,90	—	0,0135	13,66	18,76	15,97	14,70	Nicht berieselt. Lehm. Wiese. Oberkrume.
8	5,82	—	fehlt	12,80	12,71	8,86	8,67	Thoniger Sand. Untergrund.
9	17,94	0,51	fehlt	34,70	32,13	18,52	17,29	Nicht berieselt. Lehm. Baumschule. Oberkr.
10	14,87	0,67	fehlt	37,41	36,12	12,47	15,04	Lehm. Untergrund.

Anmerkung. Unberieselt: Nr. 1—12.

1) G. Gerson, Beiträge zur Spüljauchenrieselkunde. Landwirthschaftl. Jahrbücher. XII. Erster Abschnitt.

Lauf. Nr.	Gesammt-Stickstoff	Ammoniak-Stickstoff	Salpetersäure-Stickstoff	Kalk	Magnesia	Kali	Phosphorsäure	
11	17,96	0,51	0,1296	22,93	23,91	15,47	19,29	Wie Nr. 9.
12	8,04	0,32	0,0486	18,41	25,79	9,06	14,47	Wie Nr. 10.
13	16 50	0,82	0,1536	26,40	44,44	19,51	19,11	Bereits ein halbes Jahr lang berieselt. Nicht drainirt. Umgeackert. Fetter Lehm. Oberkr.
14	6,60	0,58	0,1228	35,10	42,82	10,80	8,89	Desgleichen. Untergrund.
15	6,20	0,84	0,3900	23,50	29,25	18,23	11,59	Sandiger Lehm. Sonst wie Nr. 13.
16	7,55	0,58	1,3209	18,91	32,39	17,88	10,74	Desgleichen. Untergrund.
17	8,07	0,64	fehlt	28,36	27,80	10,97	9,88	Bereits 3 Jahre hindurch berieselt. Nicht drainirt. Gras. Lehm. Oberkrume.
18	1,74	0,55	0,0600	17,70	14,99	5,29	5,49	Sand. Untergrund.
19	19,16	0,44	fehlt	36·27	36,86	15,85	23,39	3 Jahre berieselt. Nicht drainirt. Gras. Lehm. Oberkrume.
20	4,86	0,08	0,6707	14,86	17,40	12,86	13,33	Thoniger Lehm. Untergrund.
21	14,79	0,69	0,2150	35,01	33,88	13,62	20,06	Wie Nr. 19.
22	10,29	0,41	0,2765	51,40	50,52	9,31	26,89	Wie Nr. 20.
23	19,87	0,40	0,1843	31,45	30,83	15,17	20,00	Wie Nr. 19.
24	10,77	0,61	0,0648	25,96	25,10	15,55	15,61	Wie Nr. 20.
25	5,83	0,66	0,1950	20,47	24,08	11,06	14,47	Seit 3 Jahren berieselt. Nicht drainirt. Beete mit Kohlresten. Dem Beetkamme entnommen. Sandiger Lehm.
26	15,24	1,26	fehlt	30,31	27,85	25,90	19,73	Untergrund. Sand.
27	8,08	0,45	0,0648	14,83	15,37	16,04	12,95	Wie Nr. 25.
28	14,74	0,71	0,0162	37,50	37,96	13,07	16,90	Wie Nr. 26.
29	10,18	—	—	12,97	25,57	11,28	12,52	Gehört zwar einem lange berieselten Felde an, wird aber nie recht von der Spüljauche bedeckt. Lehm. Oberkrume.
30	5,35	—	—	16,47	19,86	9,39	7,03	Untergrund. Thoniger Sand.
31	8,08	0,30	0,0943	6,78	1,96	11,21	11,25	3 Jahre berieselt, in der letzten Zeit besonders stark. Lehm. Drainirt. Oberkrume.
32	0,83	Spur	0,0629	30,49	40,95	16,20	7,47	Untergrund.
33	12,64	—	0,2458	55,82	51,85	15,77	16,41	Lockerer Lehm. Sonst wie Nr. 31. Oberkrume.
34	0,175	—	0,0972	5,25	3,39	9,96	5,00	Lehmiger Sand. Untergrund.
35	8,01	—	0,3643	27,27	37,08	9,15	11,13	Lehm. Sonst wie Nr. 31. Oberkrume.
36	2,17	—	0,0662	17,77	29,71	9,54	8,34	Thoniger Lehm. Sonst wie Nr. 31. Untergrund.
37	16,41	—	0,7200	23,35	25,35	14,30	17,20	3 Jahre hindurch und in der letzten Zeit am stärksten berieselt. Im vergang. Sommer mit Tabak bestanden. Sandiger Lehm. Drainirt. Oberkrume.
38	19,65	–	0,1620	51,62	13,76	14,73	15,56	Lehm. Untergrund.
39	7,90	—	0,8061	16,20	26,80	9,87	9,60	Lehmiger Sand, sonst wie Nr. 37.
40	6,34	—	0,2592	5,12	7,64	3,35	4,57	Sand. Untergrund.
41	16,81	—	0,4200	11,64	15,77	26,99	18,00	Sandiger Lehm, sonst wie Nr. 37.
42	5,48	—	0,2700	19,27	32,20	18,86	12,39	Lehmiger Sand. Untergrund.

Anmerkungen. Ein halbes Jahr lang berieselt: Nr. 13—16. — Drei Jahre hindurch berieselt: Nr. 17—30. — Drei Jahre, besonders in der letzten Zeit sehr stark berieselt: Nr. 31—42.

Der angedeuteten Annahme entgegen ergab sich, dass die berieselten Böden nicht derartige Quantitäten von Stickstoff enthielten, dass man sie für überdüngt halten könnte.

Die Oberkrume eines nicht berieselten, benachbarten Feldes enthält 17,94 und 17,96 *g* Stickstoff[1]) in 10 000 Theilen. Diese Zahlen werden von berieselten Böden nur dreimal übertroffen, während im Allgemeinen deren Gehalt an Stickstoff nicht unerheblich unter den angegebenen Zahlen zurückbleibt. Auffallend aber ist der bis zu Spuren herabgehende geringe Stickstoffgehalt des Untergrundes stark berieselter Felder.

Nr. 34 ist die Untergrundsprobe eines bereits drei Jahre lang und in der letzten Zeit häufig berieselten Feldes. An der Stelle, an welcher die Probe entnommen wurde, war eine einen bis zwei Centimeter dicke Schlickschicht dem Bodon aufgelagert. Obwohl dies ein Beweis dafür ist, dass daselbst aussergewöhnlich grosse Quantitäten von Spüljauche eingesunken sein müssen, enthielt der Untergrund nur 0,175 *g* Stickstoff in 10 000 Th. Die beiden andern Untergrundsproben desselben Feldes waren gleichfalls arm an Stickstoff.

Es ist diese Erscheinung um so auffallender, als dieses Feld aus mehr oder weniger bindigem Lehm besteht, also seinen physikalischen Eigenschaften nach ein reichliches Absorptionsvermögen erwarten lässt. Dagegen enthält der sandige Untergrund eines schwach gedüngten, unberieselten benachbarten Feldes im Minimum 2,005 *g* N (Nr. 2 und 4) demgemäss eine 11,5 mal so grosse Menge an Stickstoff.

Auch dasjenige Feld, welches am stärksten berieselt worden ist, ist in den tieferen Bodenschichten stickstoffarm. Eine Ausnahme hiervon macht Nr. 38; jedoch ist der Ackerboden an der betreffenden Stelle von zahlreichen Rissen durchzogen, so dass die Jauche unfiltrirt und unmittelbar auf die tieferen Bodenschichten gewirkt hat.

Mit dieser zufälligen Ausnahme sind die stark berieselten Böden im Untergrund stickstoffarm, in der Oberkrume sind die Mengen an Stickstoff grösser aber keineswegs reichlich. Die übrigen, seit drei Jahren der Berieselung unterworfenen Felder unterscheiden sich von jenen durch einen merklich höheren Gehalt an Stickstoff im Untergrund[2]). In keinem Falle jedoch wurden übermässige Quantitäten dieses Dungstoffs in den Ackerböden der Rieselfelder bei Oswitz gefunden.

Der Maximalgehalt von 19 Th. Stickstoffs in 10 000 Theilen wird von Ackerböden unter gewöhnlicher Kultur häufig übertroffen. Ackerboden von Schlaupitz, Kreis Freistadt enthielt 23,8 Th., von Nieder-Herzogswaldau aus demselben Kreise gar 31,04 Th., von Baldenruh bei Liegnitz 29,82 Th., von Nieder-Kauffung, Kreis Schönau, 25,5 Th.[3]). Der Gehalt dieser Böden übertrifft denjenigen der stickstoffreichsten Rieseläcker zum Theil sehr bedeutend; die Gegenden, aus welchen jene Bodenproben stammen, werden zu den fruchtbarsten Schlesiens gezählt. Von einer ungesunden Ueberdüngung durch Stickstoff kann bei den Rieselfeldern demnach wohl keine Rede sein.

Ein eigenthümliches, von dem erwähnten abweichendes Verhalten zeigt ein

1) Siehe Nr. 9 und 11 der Tabelle.

2) Ausser Nr. 18, welches aus sterilem Sande besteht, also nur eine geringe Absorptionsfähigkeit besitzt, Nr. 20, 22 und 24.

3) A. Orth, Geognostische Durchforschung des schlesischen Schwemmlandes. Berlin 1872. S. 297—299.

in Beetform bestelltes Feld, in dessen Furchen in der letzten Zeit häufig Spüljauche eingelassen wurde. Während die Oberkrume [1]) in der Mitte der Beete nur einen geringen Gehalt an Stickstoff aufweist, enthält der Untergrund [2]) an derselben Stelle die dreifache bezw. doppelte Menge. Da jedoch die Beetform nur vereinzelt angewendet wurde, kommen diese Verhältnisse wenig in Betracht.

In jedem Falle sind die unter der auf den Oswitzer Rieselfeldern üblichen Kultur stehenden stark berieselten Böden in ihren unteren Schichten arm an Stickstoff [3]). Dieses Ergebniss war um so weniger zu erwarten, als es gewiss ist, dass gewaltige Mengen Stickstoffs auf den Acker gebracht worden sind, und das geile Wachsthum der meisten Rieselpflanzen den besten Beweis liefert, dass ein grosser Theil dieses Pflanzennährstoffs auch wirklich im Boden verblieben sein muss. Dieser scheinbare Widerspruch kann nur dadurch erklärt werden, dass der Spüljauchenstickstoff zum allergrössten Theil zu Salpetersäure oxydirt worden ist. Diese Annahme wurde bestätigt durch die Bestimmung der Salpetersäure in den Böden des Rieselfeldes.

Während die ungerieselten Böden entweder keine Salpetersäure oder nur ganz geringe Mengen derselben enthielten, sind die Rieselböden an dieser Verbindung reich; nur ein Grasfeld (Nr. 17 und 19) war in der Oberkrume frei von Salpetersäure; dieselbe scheint bereits von der vorhandenen jungen Grassaat aufgenommen worden zu sein.

Während des Rieselns sickern die gelösten Verbindungen des Stickstoffs in der Spüljauche sogleich in den Boden ein und werden zu Salpetersäure oxydirt, in welcher Form sie entweder in der Bodenflüssigkeit verbleiben oder in das Drainwasser austreten, die ungelösten, schwerer zersetzbaren stickstoffhaltigen Substanzen bleiben oben auf der Ackeroberfläche als abfiltrirter Schlick zurück [4]). Dieser Schlick unterliegt einer weit langsameren Zersetzung. Es vergeht ein längerer Zeitraum, bis derselbe getrocknet ist, zerbröckelt, zerstäubt, verwest und durch Vermischung und Infiltration den Ackerboden mit Stickstoff bereichert. Nur so ist die Erscheinung erklärlich, dass die erst vor kurzer Zeit stark berieselten Böden weniger unoxydirten Stickstoff enthalten als diejenigen, seit deren Berieselung ein längerer Zeitraum verflossen ist.

Immer aber ist es höchst merkwürdig, dass durch das alljährlich fortgesetzte Berieseln mit Spüljauche keine Bereicherung des Bodens an Stickstoff eintritt. Dieselben Gaben dieses Stoffes in Form von Dünger würden unter gewöhnlicher Ackerkultur gewiss sehr bald eine schädliche Uebersättigung zur Folge haben.

Dagegen kann mit Sicherheit behauptet werden, dass diese Gefahr auf den Rieselfeldern nicht zu befürchten ist. Fast sämmtlicher Stickstoff der Spüljauche wird oxydirt, die gebildete Salpetersäure kann sich jedoch nicht in überreichen Mengen im Erdboden ansammeln, sondern wird von nachträglich aufgebrachter Spüljauche oder von Regenwasser ausgewaschen und der auf dem Boden ober-

1) Nr. 25 und 27.

2) Nr. 26 und 28.

3) Nr. 32, 34 und 36.

4) Zwei Analysen desselben ergaben folgende Resultate:

	Ges.-Stickstoff	Amm.-Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.
I	2,30	0,22	0,33	0,58	0,34	1,18
II	2,85	0,13	0,22	0,49	0,22	0,77

flächlich angesammelte Schlick ist nicht so massenhaft vorhanden, dass er allein eine Uebersättigung herbeiführen könnte.

Zu einer intensiven Oxydation des Stickstoffs sind bei der Berieselung die günstigsten Bedingungen vorhanden. Die Verbindungen desselben finden sich von vornherein in wenig beständiger Form in der Spüljauche vor und unterliegen selbst schon in dieser einer fortwährenden Zersetzung. Der Harnstoff wird bei Gegenwart faulender organischer Substanzen in kohlensaures Ammon verwandelt, und die aus den festen Fäces stammenden eiweissartigen Substanzen liefern ebenfalls Ammonsalze, welche, wie bekannt, durch den Ackerboden sehr leicht zu Salpetersäure verwandelt werden. Auf der andern Seite findet bei der energischen Wasserverdunstung sowie bei der langsamen Verbrennung der organischen Substanzen vermuthlich eine ergiebige Bildung von Ozon und von Wasserstoffsuperoxyd während und nach der Berieselung statt.

Die geschilderten Verhältnisse haben den Vortheil, dass der Boden nie seine sauerstoffübertragende Wirkung verlieren, dass er desgleichen niemals übersättigt werden dürfte, dagegen den Nachtheil grosser Verluste an Pflanzennährstoffen.

In den Drainwässern sind durchschnittlich 30 pCt. des aufgebrachten Stickstoffs gefunden, also der Verlust eines bedeutenden Theiles mit Sicherheit nachgewiesen worden, ob aber der sämmtliche übrige Stickstoff wirklich verwerthet wird, oder ob nicht eine weitere Einbusse, wie z. B. durch Bildung freien, in Gasform entweichenden Stickstoffs, stattfindet, diese Frage ist vor der Hand nicht zu entscheiden.

Der Mehrgehalt der Drainwässer an Kalk liess eine Verarmung der stark berieselten Felder an demselben vermuthen. In der That waren diejenigen Bodenproben, in denen die geringsten Kalkmengen konstatirt wurden, solchen Feldern entnommen, welche bereits drei Jahre lang und in der letzten Zeit besonders stark berieselt worden sind. Jedoch ist es nicht erwiesen, dass ihre Kalkarmuth eine Folge starker Berieselung ist, und dass sie diese Eigenschaft nicht schon besessen haben, ehe sie als Rieselfelder verwendet wurden. Die betreffenden Böden sind als Sand und lehmiger Sand angegeben; dass der Gehalt dieser Bodenarten an Kalk indess auch unter anderen Verhältnissen noch tiefer herabgehen kann, zeigen Nr. 2 und 4, sowie die Beispiele eines märkischen Sandes, eines sandigen Lehmes von Liegnitz, und eines lehmigen Sandes aus der Friedensau[1]) bei Ludwigshafen, welche 6,5, 1,7 und 6,1 *g* Kalk in 10 000 Theilen enthielten. Jedenfalls konnte bisher in keinem Falle Armuth oder Ueberschuss von Kalk mit Sicherheit als Folge der Berieselung nachgewiesen werden.

Dasselbe gilt von der Magnesia.

Nur 26 pCt. des in der Spüljauche enthaltenen Kalis erscheinen im Drainwasser wieder. Es wurde deshalb ein besonderer Kalireichthum der stark berieselten Böden vermuthet. In der That sind die Letzteren mit Ausnahme einiger Sandböden (Nr. 39 und 40) im Allgemeinen kalireicher als die Mehrzahl der unberieselten Ackerstücke, so dass die vermuthete Absorption desselben durch den Boden bestätigt zu sein scheint. Jedenfalls ist der Kaligehalt der Rieselböden ein hoher. Zum Vergleiche liegen vor ein sandiger Lehm von Alt-

1) A. Orth, a. a. O. S. 310.

morschen[1]) und ein fruchtbarer Boden von Goldberg in Mecklenburg[2]). Dieselben enthielten in 10 000 Theilen 3,1 bezw. 6,8 Theile in kochender Salzsäure lösliches Kali.

Beschreibung der Bodenanalysen.

Die nach dem oben beschriebenen Verfahren entnommenen Bodenproben wurden, nachdem sie in den lufttrockenen Zustand übergeführt waren, in einem eisernen Mörser zerkleinert.

Der Wassergehalt der lufttrocknen Bodenprobe wurde festgestellt durch dreistündiges Trocknen einer bestimmten Quantität bei 120°. Auf die so ermittelte Trockensubstanz sind sämmtliche Zahlenergebnisse bezogen.

Der Gesammt-Stickstoff wurde durch Verbrennen von fünf Grammen des lufttrockenen Bodens mit Natronkalk nach der Will-Varrentrapp'schen Methode gefunden.

Der in Form von Ammonsalzen vorhandene Stickstoff wurde nach derselben Methode bestimmt, welche zur Bestimmung des Ammoniaks in der Spüljauche angewandt worden ist.

Zur Ermittlung der Salpetersäure wurde der wässrige Auszug von 100 *g* des lufttrockenen Bodens mit Kalilauge schwach alkalisch gemacht und sodann auf dem Wasserbade bis auf ein geringes Volumen eingeschränkt. In diesem wurde die Salpetersäure wie im Drainwasser bestimmt.

Die in heissem Königswasser löslichen Bodenbestandtheile wurden in folgender Weise bestimmt: 50 *g*, bei Sandböden die doppelte Menge, wurden in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade eine Stunde lang mit Königswasser behandelt.

Da der voluminöse Schaleninhalt auf dem Wasserbade nicht völlig getrocknet werden kann, wurde die in Lösung gegangene Substanz von den ungelöst gebliebenen Bodentheilen getrennt, und alsdann zur Abscheidung der Kieselsäure gesondert behandelt. Der Inhalt der Porzellanschale wurde zu diesem Zweck in einen Halb-Liter-Kolben gespült, derselbe bis zur Marke aufgefüllt und längere Zeit stehen gelassen; darauf wurde die klare Flüssigkeit von dem unten abgesetzten Bodenrückstand durch ein Faltenfilter abfiltrirt, und 400 *ccm* derselben in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade eingedampft. Der Eindampfrückstand wurde im Trockenkasten bei 115° drei Stunden hindurch völlig getrocknet, mit Salzsäure aufgenommen, in einen Halb-Liter-Kolben gespült und bis zur Marke verdünnt. Am folgenden Tage wurde die klare Lösung durch ein Faltenfilter filtrirt.

Zur Bestimmung der Phosphorsäure wurden 100 *ccm* mit molybdänsaurem Ammon versetzt, die Phosphorsäure als phosphormolybdänsaures Ammon abgeschieden und als pyrophosphorsaure Magnesia gewogen.

Aus 100 *ccm* der salzsauren Lösung wurden Eisenoxyd und Thonerde durch Ammoniak gefällt und in dem Filtrat Kalk und Magnesia nach dem bei der Analyse des Glührückstandes der Jauche eingeschlagenen Verfahren bestimmt. Auch der Gehalt an Kali wurde auf die daselbst beschriebene Weise ermittelt.

---

1) a. a. O. S. 324.
2) a. a. O. S. 332.

Lebenslauf.

Reinhard Klopsch, Sohn des verstorbenen kgl. Sanitätsraths Dr. Reinhard Klopsch und dessen Ehefrau Cäcilie, geb. Giese, wurde geboren am 21. Januar 1861 in Greifenberg in Pommern. Er besuchte in Breslau das Maria Magdalenen- und das Johannesgymnasium und verliess letztere Anstalt zu Ostern 1881 mit dem Zeugniss der Reife. An der Breslauer Universität hat derselbe 7 Semester lang Naturwissenschaften studirt; ein Semester hindurch arbeitete er im Laboratorium des Pharmaceutischen Instituts, während zweier Semester in dem des Chemischen Instituts. Er hörte die Vorlesungen der Herren: Cohn, Friedländer, Freudenthal, Holdefleiss, Liebisch, Loewig, Meyer, Poleck, v. Richter, Roemer, Schneider, Schulz, Weber, Weiske.

Allen diesen seinen hochverehrten Lehrern spricht derselbe hiermit seinen tiefgefühlten Dank aus, insbesondere dem Herrn Prof. Dr. Holdefleiss, unter dessen Leitung vorstehende Arbeit in der agriculturchemischen Versuchsstation des landwirthschaftlichen Centralvereins für Schlesien ausgeführt wurde.

Thesen.

1. Grössere Mengen von Alkalisalzen verhindern die völlige Ausfällung des schwefelsauren Baryts.

2. Die Reihe der Synthesen des Acetessigesters ist noch keineswegs abgeschlossen; trotz der ungemeinen Mannigfaltigkeit der aus demselben abgeleiteten Verbindungen ist die Darstellung einer grossen Reihe interessanter Körper durch denselben zu erwarten.

3. Die Theorie Prout's, dass der Wasserstoff das Urelement sei, ist unhaltbar.

4. Die Gewichtsabnahme des Eindampfrückstandes eines Wassers beim Glühen zeigt nicht direkt die Menge der organischen Substanz an.